



TUGAS AKHIR - MO 141326

**STUDI PERSEBARAN PARAMETER KUALITAS AIR
SEBELUM DAN SETELAH Pengerukan DI AREA
JETTY DAN *CANAL WATER INTAKE* PLTU
BANTEN 3 LONTAR**

MUHAMMAD ADI KURNIAWAN

NRP. 04311440000024

Dosen Pembimbing

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

**Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018**



FINAL PROJECT - MO 141326

**STUDY OF WATER QUALITY PARAMETERS
SPREADS PRE AND POST-DREDGING AT JETTY
AND CANAL WATER INTAKE AREA OF PLTU
BANTEN 3 LONTAR**

MUHAMMAD ADI KURNIAWAN

NRP. 04311440000024

Supervisor

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2018

**STUDI PERSEBARAN PARAMETER KUALITAS AIR SEBELUM DAN
SETELAH Pengerukan di AREA *JETTY* DAN *CANAL WATER*
INTAKE PLTU BANTEN 3 LONTAR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi
Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Muhammad Adi Kurniawan

NRP. 04311440000024

Disetujui oleh:

1. Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

(Pembimbing 1)

2. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc.

(Pembimbing 2)

3. Drs. Mahmud Mustain, M.Sc., Ph.D.

(Penguji 1)

Surabaya, Juli 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan

**STUDI PERSEBARAN PARAMETER KUALITAS AIR
SEBELUM DAN SETELAH Pengerukan DI AREA *JETTY*
DAN *CANAL WATER INTAKE* PLTU BANTEN 3 LONTAR**

Nama Mahasiswa : Muhammad Adi Kurniawan
NRP : 04311440000024
Departemen : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.
Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc.

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Banten 3 Lontar merupakan pembangkit listrik yang terletak di Desa Lontar, Kecamatan Kemiri, Kabupaten Tangerang, Propinsi Banten. Pada tanggal 31 Oktober 2016 sampai dengan 3 Maret 2017, dilakukan pengerukan di area *Jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU akibat terjadi sedimentasi yang menyebabkan pendangkalan pada area masuk maupun sekitar dermaga sehingga transportasi tongkang pemasok batubara terganggu. Pekerjaan pengerukan yang dilakukan tersebut berakibat pada penurunan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran parameter kualitas air sebelum dan sesudah dilakukannya pekerjaan pengerukan. Parameter yang dikaji adalah *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Dari hasil pemodelan kualitas air setelah pengerukan, konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) di area pengerukan dinyatakan melebihi nilai baku mutu air, yaitu dengan konsentrasi 84,83 mg/l dan 123,27 mg/l berurutan.

Kata kunci : Delft 3D, Parameter kualitas air, Pengerukan, PLTU, Sedimentasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

STUDY OF WATER QUALITY PARAMETERS SPREADS PRE AND POST-DREDGING AT JETTY AND CANAL WATER INTAKE AREA OF PLTU BANTEN 3 LONTAR

Name : Muhammad Adi Kurniawan
NRP : 0431144000024
Department : Ocean Engineering FTK-ITS
Supervisors : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.
Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc.

ABSTRACT

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Banten 3 Lontar is a power plant located in Lontar, Kemiri Subdistrict, Tangerang, Banten. On 31st October 2016 until March 3rd 2017, dredging work was carried out in the area of *Jetty* and *Canal water intake* of PLTU Banten 3 Lontar due to the large sedimentation causing silting at the entrance area or around the docks causing disruption of the transportation of coal supplier barge. The dredging work undertaken has decreased the water quality. The purpose of this study is to find out the spreading of water quality parameter before and after the dredging work. The parameters are Total Suspended Solid (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD), and Biochemical Oxygen Demand (BOD). From the outcome of water quality modeling after dredging, the concentration of Total Suspended Solid (TSS) and Chemical Oxygen Demand (COD) in the dredging area is stated exceeding the value of water quality standard, with concentration of 84,83 mg/l and 123,27 mg/l respectively.

Keyword : Delft 3D, Dredging, PLTU, Sedimentation, Water quality parameter.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT , karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu.

Tugas Akhir ini berjudul “STUDI PERSEBARAN PARAMETER KUALITAS AIR SEBELUM DAN SETELAH Pengerukan di AREA *JETTY* DAN *CANAL WATER INTAKE* PLTU BANTEN 3 LONTAR”. Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi kesarjanaan (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk memperbaikinya. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan memberi manfaat baik bagi penulis sendiri maupun pembaca untuk kedepannya.

Surabaya, Juli 2018

Muhammad Adi Kurniawan

Halaman ini sengaja dikosongkan

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengerjaan tugas akhir ini dapat penulis selesaikan karena dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesempatan, kekuatan, ilmu dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Keluarga penulis, terutama orang tua penulis, Muhlas dan Siti Musdalifah, yang selalu mendoakan dan selalu memberikan dukungan moril dan materi serta selalu motivasi penulis agar bersabar dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing I penulis yang telah membimbing penulis dan memberikan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc., selaku dosen pembimbing II penulis yang telah membimbing penulis dan memberikan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen wali penulis yang telah membimbing penulis dalam pengambilan mata kuliah dan memotivasi penulis dalam perkuliahan.
6. Nabila Annisaa Arwis, Muariff Agustian, Sela Ferdiananta 'Ayun, sebagai sahabat dan teman seperjuangan penulis yang selalu memberikan dukungan penulis selama perkuliahan dan menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Yoga Putra Pamungkas, Irvan Eka Praditya, Suseno Bayu Setyo Adi, sebagai teman kos penulis yang selalu bersedia dalam memberikan waktu dan tenaga dalam mengerjakan Tugas Akhir.
8. Kawan-kawan alumni, Laura Karennina Padaga, Ester Arinamy Haloho, Dwi Lestari, dan Niken Saraswati yang selalu memberikan bantuan, dukungan moril dan sebagai tempat untuk bertukar informasi.
9. Teman-teman Salatiga-ITS, khususnya Dinar Puspita Sari, Hepta Septiani, Firdha Amelia Tryastuti, Lsila Kunni Marata, Febriandita Ashari Putri,

dan Radityo Wisnu Wibowo yang selalu bersedia meluangkan waktu untuk bercerita dan bertukar informasi.

10. Abdul Malik Al Fatah, sebagai teman penulis yang membantu penulis dalam pengoperasian *software* Delft 3D dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Endah Setyaningrum, sebagai teman penulis yang memberikan bantuan finansial, dukungan, serta informasi terhadap penulis.
12. Teman-teman Laboratorium Komputasi dan Numerik (LABKOM), yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dan berbagi ilmu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Teman-teman Teknik Kelautan angkatan 2014, Maelstrom, yang telah mengisi masa perkuliahan penulis dengan suka dan duka.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebut satu-persatu.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	4
1.4. Manfaat	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Dasar Teori.....	8
2.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	8
2.2.2. Pengerukan.....	10
2.2.3. Sedimentasi	12
2.2.4. Pasang Surut.....	13
2.2.5. Arus Laut.....	15
2.2.6. Proses Gerak Angkutan Material di Air.....	16
2.2.7. Parameter Kualitas Air	17
2.2.8. Nilai Baku Mutu Air	18
2.2.9. Pemodelan dengan Software Delft 3D	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian.....	27
3.2. Prosedur Penelitian	28
3.3. Jadwal Kegiatan Penelitian.....	31

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Penelitian	33
4.2. Pengukuran dan Analisis Data.....	34
4.2.1. Data Batimetri	34
4.2.2. Data Pasang Surut.....	34
4.2.3. Data Kecepatan Arus	35
4.2.4. Data Debit Aliran Sungai	37
4.2.5. Data Konsentrasi Parameter Kualitas Air.....	37
4.3. Pemodelan Hidrodinamika Sebelum Pengerukan	39
4.3.1. Meshing Batimetri	39
4.3.2. Pemodelan Hidrodinamika	41
4.3.3. Hasil Pemodelan Hidrodinamika.....	42
4.3.4. Perbandingan Data dengan Hasil Pemodelan	45
4.4. Pemodelan Hidrodinamika Setelah Pengerukan.....	46
4.4.1. Meshing Batimetri	46
4.4.2. Pemodelan Hidrodinamika	47
4.4.3. Hasil Pemodelan Hidrodinamika.....	48
4.4.4. Perbandingan Data dengan Hasil Pemodelan	51
4.5. Pemodelan Persebaran Sedimen Sebelum Pengerukan	52
4.5.1. Parameter Masukan	52
4.5.2. Hasil Pemodelan Sedimen Sebelum Pengerukan	53
4.6. Pemodelan Persebaran Sedimen Setelah Pengerukan	55
4.6.1. Parameter Masukan	55
4.6.2. Hasil Pemodelan Sedimen Setelah Pengerukan	56
4.7. Pemodelan Persebaran Parameter Kualitas Air Sebelum Pengerukan	58
4.7.1. Parameter Masukan	58
4.7.2. Hasil Pemodelan Sebelum Pengerukan	59

4.8. Pemodelan Persebaran Parameter Kualitas Air Setelah Pengerukan	61
4.8.1. Parameter Masukan	61
4.8.2. Hasil Pemodelan Setelah Pengerukan	62
4.9. Identifikasi Hasil Pemodelan Setelah Pengerukan.....	64

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA	69
----------------------	----

LAMPIRAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi PLTU Banten 3 Lontar	1
Gambar 1.2. Area dan Koordinat Lokasi Pengerukan	2
Gambar 2.1. PLTU Banten 3 Lontar	8
Gambar 2.2. Lokasi <i>Jetty</i> PLTU Banten 3 Lontar	10
Gambar 2.3. Ilustrasi Proses Pengerukan dan <i>Dumping</i>	11
Gambar 2.4. Tipe Pasang Surut yang Terjadi di Indonesia.....	15
Gambar 2.5. Tampilan Delft 3D	21
Gambar 2.6. Tampilan Modul Delft 3D FLOW	22
Gambar 2.7. Tampilan Modul <i>Coupling</i> Delft 3D WAQ	23
Gambar 2.8. Tampilan Modul <i>Process Parameter</i> Delft 3D WAQ	24
Gambar 2.9. Skema Substansi Kualitas Air Delft 3D WAQ	24
Gambar 2.10. Tampilan Modul <i>Masukan Parameter</i> Delft 3D WAQ	25
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1. Lokasi Penelitian di PLTU Banten 3 Lontar	33
Gambar 4.2. Data Batimetri Sebelum Pengerukan	34
Gambar 4.3. Grafik Elevasi Pasang Surut PLTU Banten 3 Lontar.....	35
Gambar 4.4. Lokasi Pengukuran Kecepatan Arus	36
Gambar 4.5. Titik Pengukuran Parameter Kualitas Air	38
Gambar 4.6. Data Batimetri Sebelum Pengerukan untuk Pemodelan	39
Gambar 4.7. <i>Grid</i> Daerah Pemodelan	40
Gambar 4.8. <i>Meshing</i> Batimetri Daerah Pemodelan.....	41
Gambar 4.9. Hasil Pemodelan Pasang Surut Sebelum Pengerukan.....	43
Gambar 4.10. Hasil Pemodelan Pasang Surut Sebelum Pengerukan Saat Pasang Tertinggi	43
Gambar 4.11. Hasil Pemodelan Pasang Surut Sebelum Pengerukan Saat Surut Terendah	44
Gambar 4.12. Hasil Pemodelan Arus Sebelum Pengerukan Saat Pasang Tertinggi	44
Gambar 4.13. Hasil Pemodelan Arus Sebelum Pengerukan Saat Surut Terendah	45
Gambar 4.14. Perbandingan Elevasi Pasang Surut Sebelum Pengerukan	46
Gambar 4.15. <i>Meshing</i> Batimetri Setelah Pengerukan	47

Gambar 4.16. Hasil Pemodelan Pasang Surut Setelah Pengerukan	49
Gambar 4.17. Hasil Pemodelan Pasang Surut Setelah Pengerukan Saat Pasang Tertinggi.....	49
Gambar 4.18. Hasil Pemodelan Pasang Surut Setelah Pengerukan Saat Surut Terendah	50
Gambar 4.19. Hasil Pemodelan Arus Setelah Pengerukan Saat Pasang Tertinggi	50
Gambar 4.20. Hasil Pemodelan Arus Setelah Pengerukan Saat Surut Terendah	51
Gambar 4.21. Perbandingan Elevasi Pasang Surut Setelah Pengerukan.....	51
Gambar 4.22. Perubahan Morfologi Akibat Sedimentasi Sebelum Pengerukan	54
Gambar 4.23. Persebaran TSS Sebelum Pengerukan	54
Gambar 4.24. Perubahan Morfologi Akibat Sedimentasi Setelah Pengerukan	57
Gambar 4.25. Persebaran TSS Setelah Pengerukan	57
Gambar 4.36. Persebaran <i>Chemical Oxygen Demand</i> Sebelum Pengerukan...	60
Gambar 4.27. Persebaran <i>Biochemical Oxygen Demand</i> Sebelum Pengerukan	60
Gambar 4.28. Persebaran <i>Chemical Oxygen Demand</i> Setelah Pengerukan	63
Gambar 4.29. Persebaran <i>Biochemical Oxygen Demand</i> Setelah Pengerukan	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	33
Tabel 4.1. Konstanta Pasang Surut PLTU Banten 3 Lontar	35
Tabel 4.2. Hasil Pencatatan Pengukuran Kecepatan Arus	36
Tabel 4.3. Titik Pengukuran Parameter Kualitas Air	37
Tabel 4.4. Konsentrasi Parameter Air Sebelum Pengerukan	38
Tabel 4.5. Konsentrasi Parameter Air Setelah Pengerukan	39
Tabel 4.6. Parameter Masukan pada Delft 3D FLOW Sebelum Pengerukan..	42
Tabel 4.7. Parameter Masukan pada Delft 3D FLOW Setelah Pengerukan	48
Tabel 4.8. Parameter Masukan Pemodelan Sedimentasi Sebelum Pengerukan	53
Tabel 4.9. Perbandingan Konsentrasi TSS Sebelum Pengerukan.....	55
Tabel 4.10. Parameter Masukan Pemodelan Sedimentasi Setelah Pengerukan	56
Tabel 4.11. Perbandingan Konsentrasi TSS Setelah Pengerukan	58
Tabel 4.12. Konsentrasi Parameter Air Sebelum Pengerukan	58
Tabel 4.13. Parameter Masukan pada Delft 3D WAQ Sebelum Pengerukan..	59
Tabel 4.14. Perbandingan Konsentrasi COD Sebelum Pengerukan	61
Tabel 4.15. Perbandingan Konsentrasi BOD Sebelum Pengerukan	61
Tabel 4.16. Konsentrasi Parameter Air Setelah Pengerukan	62
Tabel 4.17. Parameter Masukan pada Delft 3D WAQ Setelah Pengerukan....	62
Tabel 4.18. Perbandingan Konsentrasi COD Setelah Pengerukan	64
Tabel 4.19. Perbandingan Konsentrasi BOD Setelah Pengerukan	64
Tabel 4.20. Identifikasi TSS Setelah Pengerukan dengan Nilai Baku Mutu Air	65
Tabel 4.21. Identifikasi COD Setelah Pengerukan dengan Nilai Baku Mutu Air	65
Tabel 4.22. Identifikasi BOD Setelah Pengerukan dengan Nilai Baku Mutu Air	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

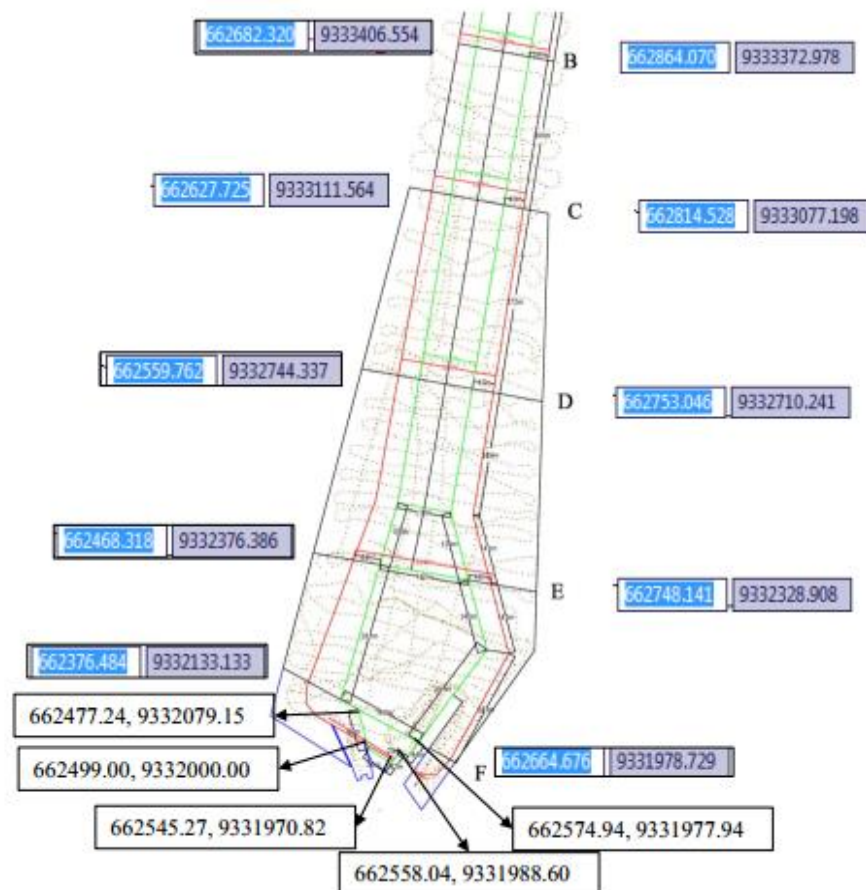
Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Banten 3 Lontar merupakan PLTU yang berada di bawah pengelolaan PT. Indonesia Power. PLTU Banten 3 Lontar merupakan salah satu proyek PT. PLN (Persero) Unit Induk Jawa Bagian Barat yang terletak di Desa Lontar, Kecamatan Kemiri, Kabupaten Tangerang, Propinsi Banten. PLTU yang memiliki 3 unit pembangkit dengan kapasitas 315 MW ini adalah bagian dari Proyek Percepatan Pembangunan Pembangkit 10.000 MW yang didasarkan pada Perpres No. 71 Tahun 2006. Peranan dari pembangkit ini adalah untuk menyuplai energi listrik pada sistem kelistrikan Jawa-Bali. Berikut adalah lokasi area *jetty* dan *Canal Water Intake* dari PLTU Banten 3 Lontar yang ditunjukkan Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Lokasi PLTU Banten 3 Lontar
(Sumber : Google Earth)

Akibat peranan PLTU Banten 3 Lontar ini yang begitu penting, maka dibutuhkan perawatan untuk menjaga kinerjanya serta mengantisipasi masalah-masalah yang sering timbul. Permasalahan yang terjadi pada PLTU Banten 3 Lontar adalah pendangkalan pada area *Jetty* dan *Canal Water Intake*. Pendangkalan ini diakibatkan oleh sedimen yang menumpuk secara terus menerus. Hal ini menyebabkan volume dan kualitas air laut yang akan digunakan sebagai pendingin akan berkurang.

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan pekerjaan pengerukan sedimen yang bertujuan mengembalikan kedalaman pada area *Jetty* dan *Canal Water Intake* seperti semula. Kegiatan pengerukan dilakukan pada 31 Oktober 2016 sampai dengan 3 Maret 2017. Berikut ini merupakan area yang dikeruk yang ditunjukkan oleh Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Area dan Koordinat Lokasi Pengerukan (LPPM ITS, 2017)

Akan tetapi, kegiatan pengerukan yang dilaksanakan akan berdampak pada penurunan kualitas air laut. Kegiatan pengerukan yang dilaksanakan di alur masuk dermaga, dermaga, maupun canal water intake PLTU Lontar akan berdampak pada penurunan kualitas air laut karena peningkatan kekeruhan dan zat padat tersuspensi (Febritasari, 2017).

Penurunan kualitas air laut ini akan berakibat pada lingkungan di sekitar PLTU. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memastikan perubahan kualitas air akibat pengerukan yang dilakukan di area jetty dan Canal Water Intake PLTU Banten 3 Lontar. Penelitian ini juga bertujuan untuk memastikan apakah kualitas air setelah pengerukan aman atau justru melebihi nilai baku mutu yang diperbolehkan.

Parameter yang menjadi tolok ukur kualitas air adalah *Total Suspended Solid* (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD), dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Parameter-parameter kualitas air ini nantinya akan dimodelkan untuk mengetahui pola persebarannya. Hasil pemodelan tersebut dapat memberikan informasi yang berfungsi sebagai gambaran pola persebaran parameter kualitas air yang terjadi sebelum dan setelah pengerukan di area jetty dan Canal Water Intake PLTU Banten 3 Lontar.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana persebaran parameter kualitas air sebelum pengerukan di area *jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar ?
2. Bagaimana persebaran parameter kualitas air setelah pengerukan di area *jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar ?
3. Bagaimana kualitas air pasca pengerukan di area *jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar menurut nilai baku mutu air ?

1.3. Tujuan

Dari rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui persebaran parameter kualitas air sebelum pengerukan di area *jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar.
2. Mengetahui persebaran parameter kualitas air setelah pengerukan di area *jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar.
3. Mengidentifikasi kualitas air pasca pengerukan di area *jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar menurut nilai baku mutu air.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan diperoleh dari Tugas Akhir ini antara lain :

1. Mengetahui persebaran parameter kualitas air sebelum dan setelah pengerukan di area *jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar.
2. Memberikan informasi tentang kondisi lingkungan perairan di area *jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar sebelum dan setelah pengerukan dilakukan.

1.5. Batasan Masalah

Agar memudahkan dalam pencapaian tujuan dalam Tugas Akhir ini diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah di area *jetty* dan *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar, dengan beberapa titik fokus.
2. Data batimetri, pasang surut, arus, dan parameter kualitas air yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder.
3. Fokus studi yang dilakukan hanya sampai pada mengetahui persebaran parameter kualitas air sebelum dan setelah pengerukan.

4. Parameter fisika dan kimia yang menjadi fokus studi adalah *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD).
5. Penentuan kualitas air dilakukan dengan membandingkan parameter fisika dan kimia dengan nilai baku mutu air sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001.
6. Simulasi dilakukan dengan menggunakan Delft 3D.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan masalah serta memberi kemudahan bagi pembaca untuk memahami isi tugas akhir ini, maka sistematika penulisan dibuat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang yang mendasari penulisan laporan ini, permasalahan yang diangkat oleh penulis, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang ingin didapatkan, batasan masalah yang berfungsi untuk mempermudah pengerjaan laporan, serta sistematika penulisan yang menjelaskan garis besar dari laporan tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya serta dasar teori yang berhubungan dengan topik tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang urutan langkah pengerjaan tugas akhir yang meliputi studi literatur, pengumpulan data, pemodelan, pembahasan, dan kesimpulan.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pemaparan hasil analisis yang berupa hasil pemodelan yang diperoleh setelah data penelitian didapat dan diolah. Selanjutnya dapat dilihat apakah hasil analisis sesuai dengan tujuan yang akan dicapai.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil pembahasan pada bab sebelumnya dan saran yang diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan penulis memiliki fokus untuk mengetahui persebaran parameter kualitas air di area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Banten 3 Lontar. Beberapa penelitian terkait penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya. Studi pengaruh kegiatan pengerukan di PLTU Banten 3 Lontar sebelumnya pernah diteliti oleh Febritasari (2017). Penelitian yang dilakukan adalah pengkajian aspek lingkungan dan sosial di wilayah tersebut. Analisa yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisa pengaruh kegiatan pengerukan terhadap kegiatan masyarakat dan lingkungan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan analisis statistik deskriptif.

Selain itu, studi persebaran pengaruh parameter kualitas air pernah dilakukan oleh Alfari (2015) yang meneliti parameter kualitas air di muara Kali Porong. Studi tersebut bertujuan untuk membahas persebaran kandungan COD, Nitrat, Fosfat, TSS di sungai dan muara Kali Porong serta terkait dengan dampaknya terhadap ekosistem. Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah data arus, debit air, konsentrasi kualitas air. Pemodelan dilakukan dengan *software* MIKE21. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa kualitas air pada Kali Porong termasuk kriteria aman, karena parameter kualitas air sesuai standar baku mutu air.

Budiman (2010) juga melakukan pemodelan kualitas air dengan parameter *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* dan *Dissolved Oxygen (DO)* pada sungai ciliwung. Pemodelan konsentrasi DO dan BOD pada aliran sungai dilakukan dengan program QUAL2K. Perangkat lunak ini dapat mensimulasikan parameter kualitas air yang menggunakan rumus matematis Streeter-Phelps.

Dari tinjauan di atas, penulis menentukan beberapa parameter kualitas air yang akan digunakan dalam penelitian ini. Parameter kualitas air yang menjadi fokus studi adalah *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Persebaran dan konsentrasi parameter-parameter di atas diduga akan memberikan dampak terhadap lingkungan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis akan mengkaji persebaran TSS, COD, dan BOD serta membandingkan konsentrasinya dengan nilai baku mutu air sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan uap air untuk menghasilkan energi listrik. Pembangkit ini termasuk ke dalam pembangkit listrik termis, yaitu pembangkit listrik yang memanfaatkan panas sebagai sumber energinya. Sedangkan menurut Muslim, dkk (2008) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar batu bara, minyak, atau gas sebagai sumber energi primer. Berikut ini merupakan salah satu PLTU di Indonesia, yaitu PLTU Banten 3 Lontar yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1.



Gambar 2.1. PLTU Banten 3 Lontar

(Sumber : www.indonesiapower.co.id)

Proses konversi energi pada PLTU berlangsung melalui tiga tahapan. Proses pertama adalah ketika energi kimia dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas dalam bentuk uap bertekanan dan temperatur tinggi. Proses kedua, energi panas (uap) diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran. Proses ketiga, energi mekanik diubah menjadi energi listrik.

PLTU menggunakan fluida kerja air uap yang bersirkulasi secara tertutup. Siklus tertutup artinya menggunakan fluida yang sama secara berulang-ulang. Urutan sirkulasi air di PLTU dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pertama air diisikan ke boiler hingga mengisi penuh seluruh luas permukaan pemindah panas. Di dalam boiler air ini dipanaskan dengan gas panas hasil pembakaran bahan bakar dengan udara sehingga berubah menjadi uap.
2. Kedua, uap hasil produksi boiler dengan tekanan dan temperatur tertentu diarahkan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan daya mekanik berupa putaran.
3. Ketiga, generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik sebagai hasil dari perputaran medan magnet dalam kumparan, sehingga ketika turbin berputar dihasilkan energi listrik dari terminal output generator
4. Keempat, uap bekas keluar turbin masuk ke kondensor untuk didinginkan dengan air pendingin agar berubah kembali menjadi air yang disebut air kondensat. Air kondensat hasil kondensasi uap kemudian digunakan lagi sebagai air pengisi boiler.

Air yang digunakan sebagai pendingin pada kondensor merupakan air laut. Air laut ini diambil dari *water intake* menggunakan *Circulating Water Pump*. Air kemudian dibersihkan dari zat-zat kotor. Setelah itu, air diarahkan menuju kondensor. Air laut yang masuk ke kondensor awalnya memiliki suhu rendah, namun ketika air sudah dikeluarkan dari kondensor,

suhunya menjadi panas. Air yang bersuhu tinggi ini kemudian dibuang lagi ke laut melalui *water outtake*.

Dalam prosedur kerja PLTU, untuk memanaskan air dibutuhkan energi panas. Energi panas ini berasal pembakaran bahan bakar seperti batu bara, minyak bumi, dan gas. Batu bara lebih sering digunakan di PLTU karena biaya yang dikeluarkan lebih murah. Batu bara yang berada di PLTU diangkut menggunakan kapal dari penambangan batu bara dengan kapal tongkang. Kapal ini nantinya akan berlabuh pada area *jetty*. Selanjutnya batu bara akan ditempatkan pada sistem penanganan batu bara atau *Coal Handling System*. Berikut ini merupakan lokasi *jetty* yang berada di PLTU Banten 3 Lontar yang ditunjukkan oleh Gambar 2.2.



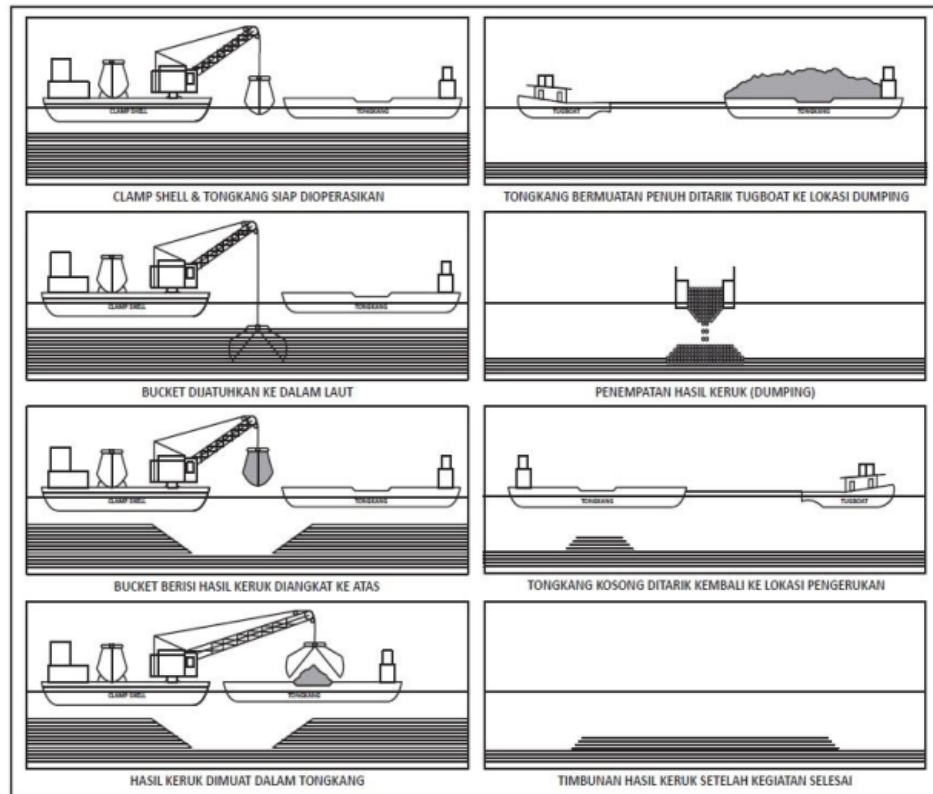
Gambar 2.2. Lokasi *Jetty* PLTU Banten 3 Lontar

(Sumber : Google Earth)

2.2.2. Pengerukan

Pengerukan adalah proses pengambilan tanah atau material dari suatu area. Pengerukan yang dilakukan di dasar air biasa disebut dengan *dredging*. Area perairan yang biasanya menjadi lokasi pengerukan adalah sungai, danau, dan laut dangkal.

Dredging dilakukan dengan memindahkan material dasar air ke tempat lain dengan menggunakan peralatan keruk guna mendapatkan kedalaman perairan yang dikehendaki. Pemindahan atau pembuangan material hasil keruk ke tempat lain disebut proses *dumping*. Berikut ini merupakan ilustrasi proses pengerukan dan *dumping* (pembuangan) yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Ilustrasi Proses Pengerukan dan *Dumping*
(Sumber : Adendum ANDAL RKL-RPL PLTU Banten 3 Lontar)

Secara teknis, pengerukan itu sendiri merupakan proses relokasi sedimen bawah air untuk pembangunan dan pemeliharaan saluran air, tanggul dan prasarana transportasi laut, serta untuk perbaikan tanah atau reklamasi. Pekerjaan pengerukan umumnya dilakukan untuk pembangunan yang berkelanjutan yang diterapkan di proyek-proyek infrastruktur seperti di pelabuhan, muara sungai, kanal, dll.

Menurut Eisma (2006) secara garis besar pengerukan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

a. Pengerukan Awal (*Capital Dredging*)

Pengerukan awal dilakukan pada tipe tanah yang telah lama mengendap. Pengerukan jenis ini biasanya digunakan dalam pembangunan pelabuhan, alur pelayaran, waduk, atau area yang akan digunakan sebagai industri.

b. Pengerukan Perawatan (*Maintenance Dredging*)

Pengerukan perawatan dilakukan pada tipe tanah yang belum lama mengendap. Pengerukan ini biasanya diterapkan pada perawatan alur pelayaran dan pelabuhan.

c. Pengerukan Ulang (*Remedial Dredging*)

Pengerukan ulang dilakukan pada wilayah yang telah dikeruk namun mengalami kesalahan dalam pengerukan sebelumnya.

2.2.3. Sedimentasi

Menurut Adriati, dkk (2013) sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin. Apabila pengikisan disebabkan oleh tenaga air, air akan membawa batuan mengalir di sepanjang aliran air. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan. Oleh karena itu, pengendapan bisa terjadi di sungai, danau, dan di laut.

Hembusan angin juga dapat mengangkat debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar. Semakin kuat hembusan angin, semakin besar pula daya angkutnya. Di padang pasir misalnya, timbunan pasir yang luas dapat dihembuskan angin dan berpindah ke tempat lain.

Pada daerah aliran sungai, partikel dan unsur hara yang larut dalam aliran permukaan akan mengalir ke sungai, danau, dan pada akhirnya akan sampai di laut. Jika sedimentasi yang terjadi sudah berlebihan, maka akan terjadi pendangkalan pada tempat tersebut. Keadaan tersebut akan mengakibatkan daya tampung perairan tersebut menjadi turun. Turunnya daya tampung perairan akan menyebabkan menurunnya fungsi dari

perairan tersebut. Sebagai contoh, sedimentasi yang berlebih di muara sungai akan berakibat pada pendangkalan yang tidak memungkinkan kapal-kapal nelayan untuk melewatinya. Oleh sebab itu, di area muara sungai biasa dibangun struktur *jetty*, yaitu bangunan yang diletakan di kedua sisi muara sungai yang berfungsi untuk mengurangi pendangkalan alur oleh sedimen pantai.

2.2.4. Pasang Surut

Pasang surut merupakan salah satu gejala alam yang tampak nyata di laut, yakni suatu gerakan naik turunnya air laut secara teratur dan berulang-ulang dari seluruh partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut (Surinati, 2007). Gerakan tersebut disebabkan oleh pengaruh gaya tarik menarik antara bumi dan bulan, bumi dan matahari, atau bumi dengan bulan dan matahari.

Hukum gravitasi Newton menyatakan, bahwa semua massa benda tarik menarik satu sama lain dan gaya ini tergantung pada besar massanya, serta jarak di antara massa tersebut. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa, tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Sejalan dengan hukum di atas, dapat dipahami bahwa meskipun massa bulan lebih kecil dari massa matahari tetapi jarak bulan ke bumi jauh lebih kecil, sehingga gaya tarik bulan terhadap bumi pengaruhnya lebih besar dibanding matahari terhadap bumi.

Setiap bulan purnama dan bulan mati akan terjadi pasang surut tertinggi apabila dibandingkan dengan pasang surut pada hari-hari lainnya. Fenomena ini disebut dengan *spring tide* atau pasang purnama. Sedangkan pada seperempat bulan pertama dan terakhir akan terjadi pasang surut terendah apabila dibandingkan dengan pasang surut pada hari-hari lainnya. Fenomena ini disebut dengan *neap tide* atau pasang perbani.

Secara umum pasang surut diberbagai daerah di Indonesia dapat dibagi menjadi empat jenis (Triatmodjo, 1999), yaitu:

- a. Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*)

Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*) adalah pasang yang memiliki sifat dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan juga dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi berurutan secara teratur.

b. Pasang surut harian tunggal (*Diurnal Tide*)

Pasang surut harian tunggal (*Diurnal Tide*) adalah tipe pasang surut yang apabila dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.

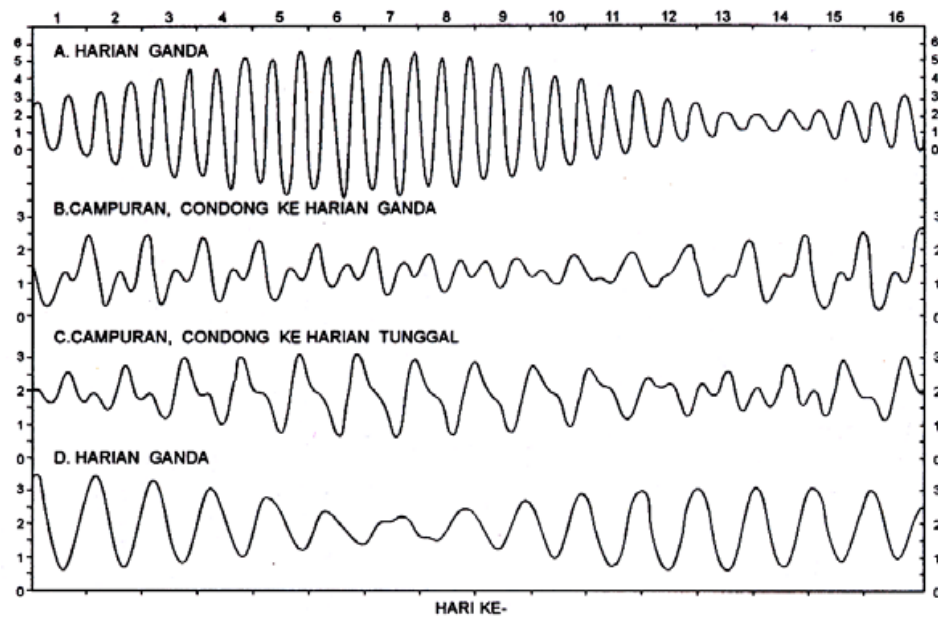
c. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*Mixed Tide Prevailling Semidiurnal*)

Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*Mixed Tide Prevailling Semidiurnal*) adalah pasang surut yang dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

d. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*Mixed Tide Prevealling Diurnal*)

Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*Mixed Tide Prevealling Diurnal*) yaitu dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

Ilustrasi jenis pasang surut yang umumnya terjadi di Indonesia ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Tipe Pasang Surut yang Terjadi di Indonesia (Triatmodjo, 1999)

Pasang surut tidak hanya mempengaruhi lapisan di bagian teratas saja, melainkan seluruh massa air yang bisa menimbulkan energi yang besar. Di perairan pantai, gerakan naik turunnya muka air akan menimbulkan terjadinya arus pasang surut. Jika muka air bergerak naik, maka arus mengalir masuk, sedangkan pada saat muka air bergerak turun, arus mengalir ke luar.

2.2.5. Arus Laut

Arus laut merupakan gerakan massa air yang berpindah dari suatu tempat ke tempat lain yang memiliki tekanan udara tinggi ke tekanan udara yang lebih rendah disebabkan oleh pengaruh angin yang berhembus di atas permukaan air. Bijker (1972) memberikan batasan bahwa arus laut adalah gerakan horizontal air laut. Namun dalam kondisi yang sebenarnya, arus tidak selalu bergerak ke arah horizontal karena ada juga arus yang bergerak secara vertikal seperti proses *upwelling* (pergerakan massa air ke atas) dan *sinking* (pergerakan massa air ke bawah)

Banyak gaya yang dapat menyebabkan arus laut terjadi. Pond dan Pickard (1983), mengklasifikasikan gerakan massa air berdasarkan penyebabnya, yaitu :

a. Angin

Angin merupakan faktor yang membangkit arus, arus yang ditimbulkan oleh angin mempunyai kecepatan yang berbeda menurut kedalaman.

b. Arus pasang surut

Arus yang disebabkan oleh gaya tarik menarik antara bumi dan benda di angkasa. Arus pasang surut ini merupakan arus yang gerakannya horizontal.

c. Turbulensi

Suatu gerakan yang terjadi pada lapisan batas air dan terjadi karena ada gaya gesekan antar lapisan.

2.2.6. Proses Gerak Angkutan Material di Air

Terdapat beberapa jenis gerak angkutan material di dalam air. Energi angin dan gaya berat memberi gerakan pada air yang berujung pada proses transportasi massa. Beberapa proses yang dominan terjadi diantaranya adalah sebagai berikut (Luknanto, 1992) :

a. Adveksi

Adveksi adalah persebaran partikel atau polutan yang disebabkan oleh adanya arus aliran, seperti yang terjadi pada sungai dan pantai.

b. Difusi Molekuler

Difusi molekuler adalah gerakan dari partikel yang disebabkan oleh gerakan acak molekul.

c. Difusi Turbulen

Difusi turbulen adalah gerakan acak dari partikel akibat gerakan turtbulen, yang biasanya sejalan dengan difusi molekuler.

d. Dispersi

Dispersi adalah gerakan partikel atau sejumlah limbah karena kombinasi gerakan geser dan difusi.

2.2.7. Parameter Kualitas Air

Kualitas air adalah kondisi air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku. Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter-parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan biologi.

Contoh dari parameter fisik air adalah meliputi kecerahan, suhu, dan TSS. Parameter kimia meliputi pH, COD, BOD, kandungan amonia, fosfat, arsen, dll. Parameter biologi meliputi bakteri dan plankton.

Dalam penelitian ini, penulis akan mengkaji kualitas air sebelum dan setelah pengerukan berdasarkan parameter-parameter berikut :

a. Total Suspended Solid (TSS)

TSS atau padatan tersuspensi adalah parameter fisik yang berupa padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen. TSS adalah semua zat padat, termasuk pasir, lumpur, dan tanah liat, atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh zat padat tersuspensi, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna.

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD kadar oksigen yang terlarut dalam air limbah yang diperlukan untuk menguraikan zat organik tertentu secara kimia karena sukar dihancurkan secara oksidasi. Oleh karenanya dibutuhkan bantuan reaksi oksidator yang kuat menjadi suasana asam. Jadi COD menggambarkan jumlah total zat organik yang ada. Kadar COD yang tinggi tidak diharapkan dalam suatu perairan. COD sendiri termasuk kedalam parameter kimia.

c. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik. Walaupun nilai BOD dapat dikatakan dapat menyatakan jumlah oksigen, tetapi untuk mudahnya dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik mudah urai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan. BOD hampir serupa fungsinya dengan COD. Namun, COD kurang spesifik, karena mengukur segala sesuatu yang dapat dioksidasi secara kimia, bukan hanya kadar bahan organik yang dapat terurai. Sama halnya dengan indikator lainnya, nilai BOD yang tinggi tidak diharapkan dalam suatu perairan, karena mengindikasikan bahwa perairan tersebut telah tercemar.

2.2.8. Nilai Baku Mutu Air

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 pasal 1 sampai dengan 3 yang berbunyi,

1. Bahwa air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan.

2. Bahwa air merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup dan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.
3. Bahwa untuk melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana dengan memperhatikan kepentingan generasi sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis.

maka ditetapkan peraturan pemerintah tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Peraturan ini berisi tentang standar dan parameter mengenai kualitas air.

Di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 ini juga berisi tentang nilai baku mutu air yang menjadi parameter kualitas air. Baku mutu air ditetapkan berdasarkan hasil pengkajian kelas air dan kriteria mutu air. Nilai baku mutu air ini nantinya akan memberikan status mutu air yang menyatakan bahwa,

1. Kondisi teremar, apabila mutu air tidak memenuhi baku mutu air.
2. Kondisi baik, apabila mutu air memenuhi baku mutu air.

Penetapan baku mutu air selain didasarkan pada peruntukan (*designated beneficial water uses*), juga didasarkan pada kondisi nyata kualitas air yang mungkin berada antara satu daerah dengan daerah lainnya. Oleh karena itu, penetapan baku mutu air dengan pendekatan golongan peruntukkan perlu disesuaikan dengan menerapkan pendekatan klasifikasi kualitas air (kelas air).

Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pembagian kelas ini didasarkan pada peringkat (gradasi) tingkatan baiknya mutu air, dan kemungkinan kegunaannya. Tingkatan mutu air kelas satu merupakan tingkatan yang terbaik. Secara relatif, tingkatan mutu air kelas satu lebih baik dari kelas dua, dan selanjutnya.

2.2.9. Pemodelan dengan *Software* Delft 3D

Delft 3D merupakan sebuah software yang dapat mensimulasikan atau memodelkan model hidrodinamik multidimensi (2D atau 3D) yang berfungsi untuk perhitungan daerah pesisir, sungai, dan muara. Perangkat ini dapat mensimulasikan arus, transport sedimen, kualitas air, dan ekologi pada daerah pesisir.

Delft 3D dikembangkan secara khusus untuk pemodelan arus dan kualitas air. Perangkat lunak Delft 3D ini menggunakan rumus persamaan matematika dalam proses pemodelan arus, pasang surut, dan pemodelan lainnya. Tampilan *software* Delft 3D dapat ditunjukkan pada Gambar 2.5.

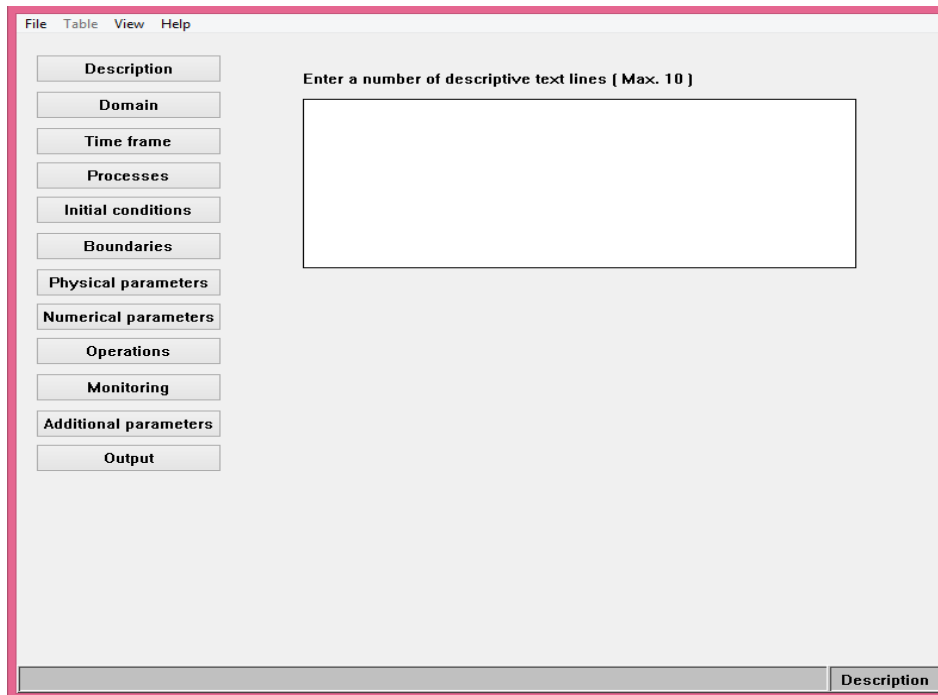


Gambar 2.5. Tampilan Delft 3D (Deltares, 2014)

Delft 3D memiliki beberapa modul pilihan yang memiliki fungsi masing-masing, yaitu :

1. Delft 3D FLOW/MOR untuk simulasi 2D dan 3D hidrodinamika, salinitas, temperatur, transpor sedimen, dan morfologi.
2. Delft 3D WAVE untuk simulasi perambatan gelombang.
3. Delft 3D WAQ untuk memodelkan kualitas air pada suatu daerah.
4. Delft 3D ECO untuk pemodelan ekologi.
5. Delft 3D WAQ PART untuk pemodelan pencarian partikel dan pemodelan tumpahan minyak.

Pemodelan sedimen dan persebaran TSS dilakukan dengan Delft 3D FLOW. Pemodelan ini juga mencakup pemodelan pasang surut dan arus. Berikut ini merupakan tampilan modul Delft 3D FLOW yang ditunjukkan oleh Gambar 2.6.



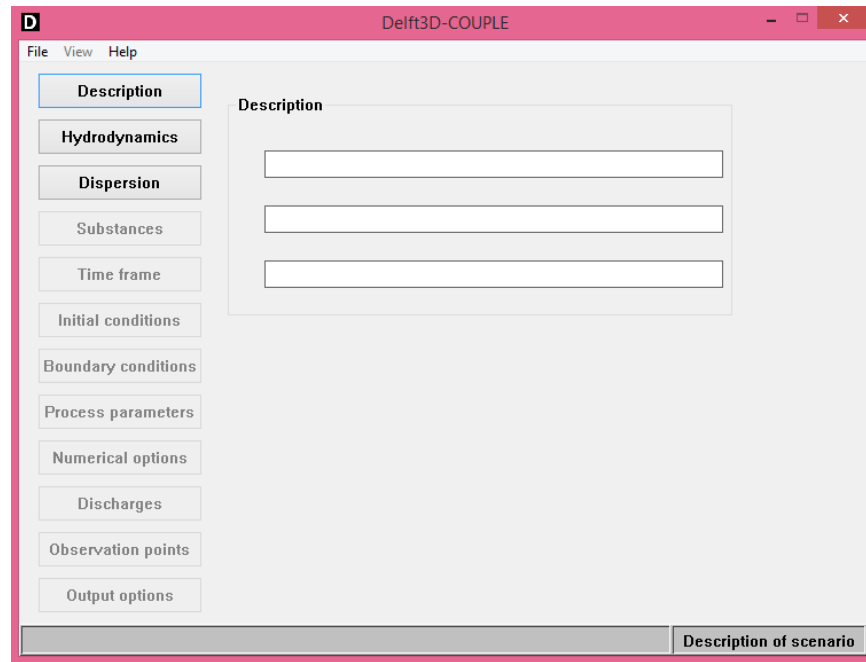
Gambar 2.6. Tampilan Modul Delft 3D FLOW (Deltares, 2014)

Berikut ini merupakan keterangan terkait parameter masukan yang ada di Delft 3D FLOW,

1. *Description*, yaitu kotak teks yang berfungsi untuk memberikan deskripsi terkait simulasi.
2. *Domain*, yaitu menu yang berisi mengenai area yang di tinjau dalam permodelan.
3. *Time Frame*, yaitu menu yang berisi tentang waktu simulasi dan intervalnya.
4. *Processes*, yaitu menu yang berisi masukan tambahan dalam simulasi.
5. *Boundaries*, yaitu menu yang memberikan informasi mengenai batasan-batasan dalam pemodelan.
6. *Physical Parameters*, yaitu menu yang berisi parameter fisik yang berkaitan dengan area studi.
7. *Monitoring*, yaitu menu yang berisi titik pengamatan di area yang ditinjau.

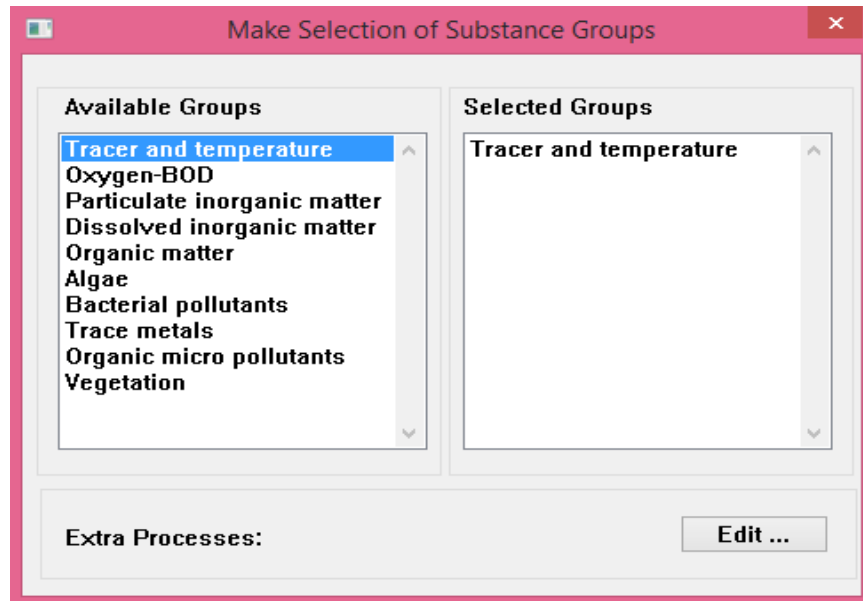
8. *Output*, yaitu menu yang mengatur mengenai hasil simulasi.

Pemodelan persebaran parameter kualitas air dilakukan dengan Delft 3D *Water Quality* (WAQ). Pemodelan ini memerlukan data masukan berupa hasil dari pemodelan Delft 3D FLOW yang dikonversi dengan *coupling*. Berikut ini merupakan tampilan modul Delft 3D WAQ bagian *Coupling* yang ditunjukkan oleh Gambar 2.7.



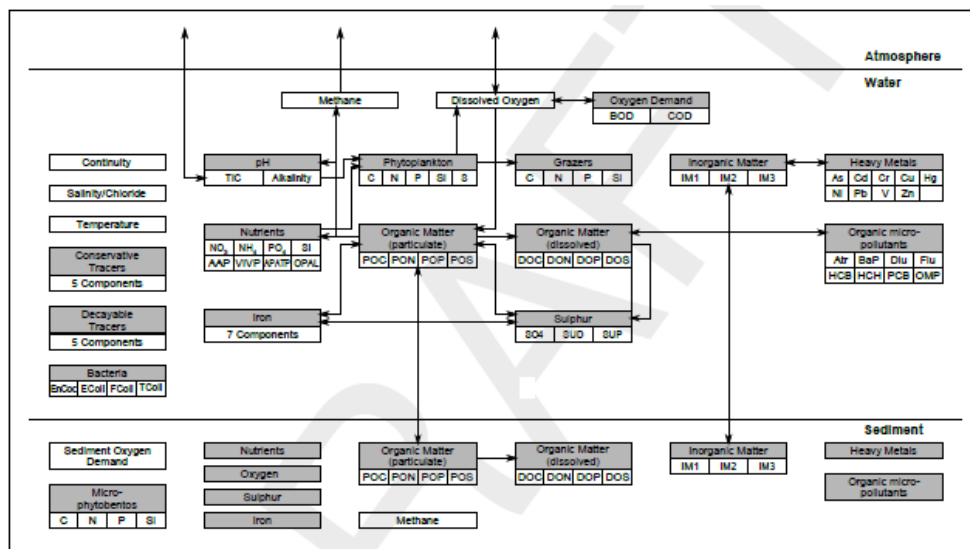
Gambar 2.7. Tampilan Modul *Coupling* Delft 3D WAQ (Deltares, 2017)

Hal yang selanjutnya dilakukan adalah memilih proses dan parameter yang diinginkan. Berikut ini merupakan tampilan modul Delft 3D WAQ bagian *process parameter* yang ditunjukkan oleh Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Tampilan Modul *Process Parameter* Delft 3D WAQ (Deltares, 2014)

Bagian *process parameter* menentukan pula jenis substansi apa saja yang dipilih dalam pemodelan. Berikut ini merupakan skema substansi kualitas air pada Delft 3D WAQ yang ditunjukkan oleh Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Skema Subtansi Kualitas Air Delft 3D WAQ (Deltares, 2014)

Setelah *process parameter* sudah ditentukan, selanjutnya masuk ke proses masukan nilai-nilai parameter yang sudah ditentukan. Berikut ini merupakan tampilan modul Delft 3D WAQ bagian parameter masukan yang ditunjukkan oleh Gambar 2.10.

The screenshot displays the Delft3D-WAQ software interface. The window title is "Delft3D-WAQ". The menu bar includes "File", "View", and "Help". On the left, a vertical sidebar contains buttons for "Description", "Hydrodynamics" (which is highlighted with a blue border), "Dispersion", "Substances", "Time frame", "Initial conditions", "Boundary conditions", "Process parameters", "Numerical options", "Discharges", "Observation points", and "Output options". The main area is divided into several sections:

- Hydrodynamics and grid:** Contains the text "- none yet -" and two buttons: "Select" and "Combine".
- Time information:** A table with columns for time fields and "Times before coupling:".

	dd mm yyyy hh mm ss	Times before coupling:
Start time	-	-
Stop time	-	-
Time step	-	-
- Horizontal and vertical aggregation:**
 - Type of: A dropdown menu showing "No aggregation".
 - Aggregation file: "- no file -" with a "Select" button.
 - Number of layers: "- none -" with a "View layers" button.
- Domain decomposition:** Two radio buttons: "Treat as one domain" (selected) and "Separate domains".

At the bottom right of the main area, there is a button labeled "Hydrodynamics".

Gambar 2.10. Tampilan Modul Parameter Masukan Delft 3D WAQ (Deltares, 2014)

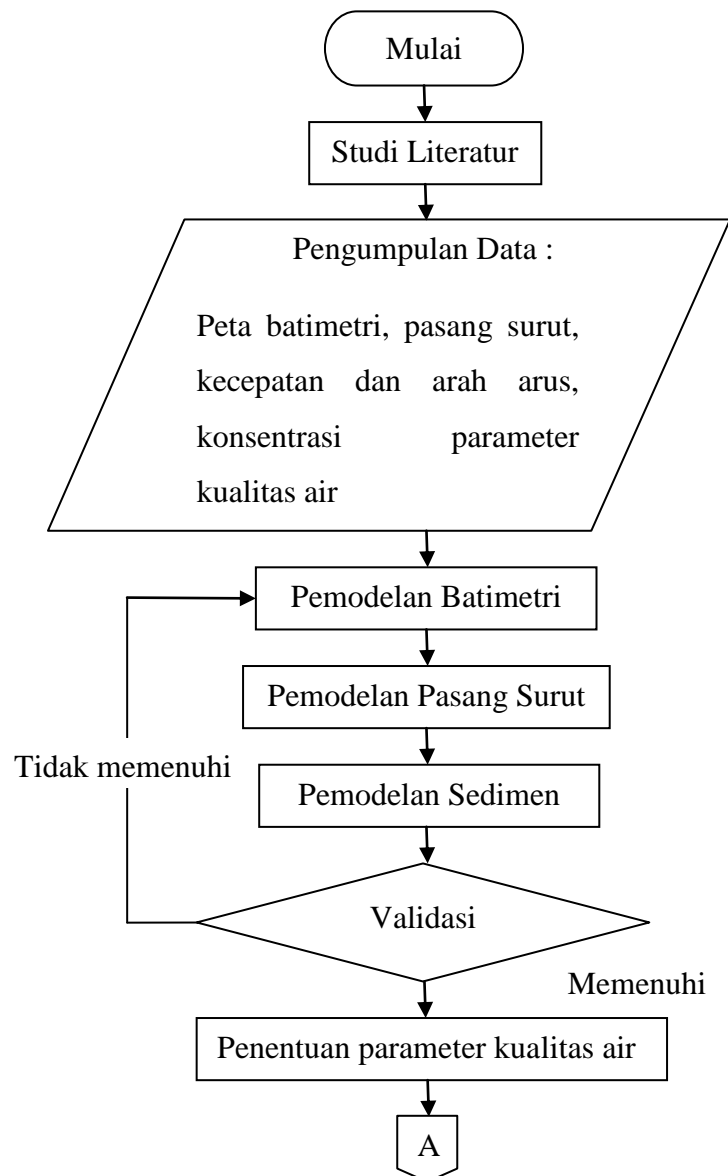
Halaman ini sengaja dikosongkan

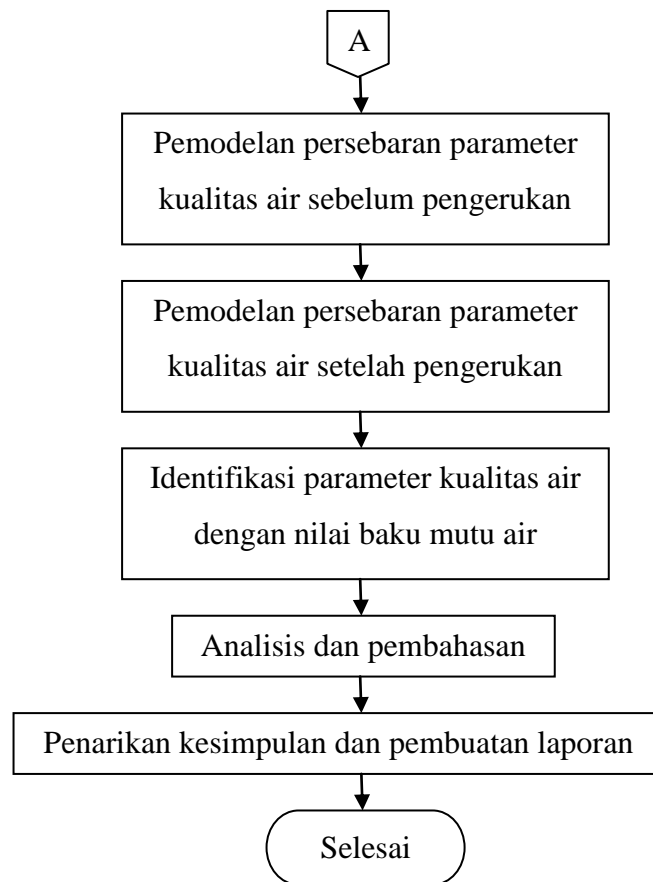
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, diperlukan urutan pengerjaan berupa diagram alir yang berfungsi untuk menggambarkan rangkaian prosedur pengerjaan agar mudah dipahami. Pengerjaan tugas akhir ini dapat dijelaskan dalam diagram alir seperti pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2. Prosedur Penelitian

Adapun uraian tiap-tiap prosedur penelitian pada diagram alir pada Gambar 3.1. dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi literatur

Studi literatur adalah tahap pertama yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Studi literatur dilakukan dengan mencari serta mempelajari buku, jurnal, ataupun laporan-laporan terdahulu yang membahas pokok permasalahan yang sama atau mirip dengan penelitian ini. Studi literatur dilakukan dari awal dimulainya penelitian sampai dengan semua bahan yang dibutuhkan dalam penelitian terpenuhi.

2. Pengumpulan data

Dalam tahapan ini, penulis menggunakan data sekunder yang didapatkan dari hasil pengukuran serta penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain. Data-data tersebut meliputi peta batimetri, pasang surut, kecepatan dan arah arus, serta konsentrasi parameter kualitas air.

3. Pemodelan Batimetri

Pemodelan batimetri dilakukan dengan perangkat lunak Delft 3D. Delft 3D merupakan sebuah software yang dapat mensimulasikan atau memodelkan model hidrodinamik multidimensi (2D atau 3D) yang berfungsi untuk perhitungan daerah pesisir, sungai, dan muara. Modul yang dipilih untuk memodelkan batimetri adalah Delft 3D-RGFGRID. Tujuan dari modul Delft 3D-RGFGRID adalah untuk membuat, memodifikasi, dan memvisualisasikan *grid* atau kisi-kisi ortogonal untuk modul Delft 3D-FLOW. Proses *meshing* merupakan pembagian objek menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Semakin kecil *meshing* yang dibuat maka hasil perhitungan akan semakin teliti namun membutuhkan daya komputasi yang besar. Sebelum dilakukan *meshing*, data batimetri terlebih dahulu harus diubah ke dalam format .xyz agar dapat dimasukkan ke Delft 3D-RGFGRID. Proses selanjutnya adalah memvisualisasikan model batimetri dan memasukkan data kedalaman pada area simulasi dengan modul Delft 3D-QUICKIN.

4. Pemodelan pasang surut

Pemodelan pasang surut bertujuan untuk mengetahui elevasi muka air laut dan menjadi salah satu kondisi batas dalam pemodelan arus. Hasil dari pemodelan pasang surut ini nantinya akan dicocokkan dengan data sekunder hasil pengukuran pasang surut.

5. Pemodelan arus

Pemodelan arus dilakukan dengan modul Delft 3D-FLOW. Modul Delft 3D-FLOW adalah modul program simulasi hidrodinamika dan transportasi multi dimensi (2D atau 3D) yang menghitung fenomena

arus yang dihasilkan dari gaya pasang surut dan meteorologi. Dalam pemodelan dengan Delft 3D-FLOW, dibutuhkan *domain* yang menunjukkan daerah yang dihitung dan batasan daerah hitungan untuk dimasukkan dalam modul. Dalam pemodelan arus ini juga ditentukan kondisi batas, dan parameter-parameter yang mempengaruhi seperti elevasi muka air laut, gaya gravitasi, berat jenis air, dll.

6. Validasi

Validasi dilakukan dengan membandingkan data yang dimiliki dengan hasil pemodelan yang diperoleh. Ini dilakukan untuk melihat apakah hasil dari pemodelan dengan Delft 3D sesuai dengan data yang diperoleh sebelumnya. Apabila hasil memenuhi, maka dapat dilanjutkan ke tahapan selanjutnya. Apabila hasil tidak memenuhi, diperlukan pemodelan ulang sampai hasilnya memenuhi.

7. Penentuan parameter kualitas air

Penentuan parameter kualitas air bertujuan untuk menentukan fokus parameter kualitas air yang diteliti. Parameter yang dipilih dalam penelitian ini antara lain adalah TSS, COD, dan BOD. Data dari parameter kualitas air ini diperoleh dari data sekunder, yaitu dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

8. Pemodelan persebaran parameter kualitas air sebelum pengerukan

Pemodelan persebaran kualitas air memerlukan masukan yang berupa nilai-nilai parameter kualitas air di area *jetty* dan *Canal Water Intake* dari PLTU Banten 3 Lontar sebelum dilakukan pengerukan yang dapat menjadi kondisi awal dalam pemodelan. Pemodelan ini akan dilakukan dengan modul Delft 3D-WAQ yang termasuk ke dalam bagian menu *Water Quality*.

9. Pemodelan persebaran parameter kualitas air setelah pengerukan

Pemodelan persebaran kualitas air memerlukan inputan yang berupa nilai-nilai parameter kualitas air di area *jetty* dan *Canal Water*

Intake dari PLTU Banten 3 Lontar setelah dilakukan. Pemodelan ini akan dilakukan dengan modul Delft 3D-WAQ yang termasuk ke dalam bagian menu *Water Quality*.

10. Identifikasi parameter kualitas air dengan nilai baku mutu air

Penentuan kualitas air dilakukan dengan membandingkan parameter fisika dan kimia yang telah ditentukan sebelumnya dengan nilai baku mutu air sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001.

11. Analisis dan pembahasan

Analisis dan pembahasan dilakukan untuk mengetahui, memahami dan menjelaskan hasil dari pemodelan persebaran parameter kualitas air yang telah dilakukan. Ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana persebaran parameter kualitas air di titik-titik acuan yang telah ditentukan sebelumnya.

12. Pengambilan kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan pada rumusan masalah penelitian yang telah ditentukan di awal. Setelah hasil analisis penelitian dilakukan dan diperoleh kesimpulan, penyusunan laporan penelitian dapat dilanjutkan. Penyusunan laporan juga dapat dimulai dari ketika data-data mulai terkumpul.

3.3. Jadwal Kegiatan Penelitian

Penjadwalan kegiatan penting dilakukan dalam suatu penelitian. Oleh karena itu, peneliti menyusun jadwal kegiatan yang berisi mengenai daftar kegiatan serta waktu pelaksanaannya. Penjadwalan kegiatan penelitian ini pada dasarnya adalah suatu gambaran atas perencanaan dan pemantauan (*monitoring*) kemajuan setiap kegiatan atau aktivitas pada penelitian. Berikut ini merupakan jadwal kegiatan penelitian yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

NO	KEGIATAN	WAKTU															
		FEBRUARI				MARET				APRIL				MEI			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																
2	Pengumpulan Data																
3	Pemodelan Batimetri																
4	Pemodelan Pasang Surut																
5	Pemodelan Arus																
6	Validasi																
7	Pemodelan Persebaran Parameter Kualitas Air																
8	Identifikasi Parameter Kualitas Air dengan Nilai Baku Mutu Air																
9	Analisis dan Pembahasan																
10	Penarikan Kesimpulan dan Pembuatan Laporan																

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada Tugas Akhir ini berada di PLTU Banten 3 Lontar yang terletak di yang terletak di Desa Lontar, Kecamatan Kemiri, Kabupaten Tangerang, Propinsi Banten. Secara geografis, lokasi penelitian terletak pada terletak pada koordinat $106^{\circ} 26' 28,9''$ sampai dengan $106^{\circ} 29' 19,5''$ BT dan $6^{\circ} 01' 53,6''$ sampai dengan $6^{\circ} 02' 49,8''$ LS yang ditunjukkan dengan Gambar 4.1. Sedangkan posisi dari PLTU Banten 3 Lontar ini berada pada koordinat $106^{\circ} 27' 43,27''$ BT dan $6^{\circ} 03' 35,78''$ LS.



Gambar 4.1. Lokasi Penelitian di PLTU Banten 3 Lontar

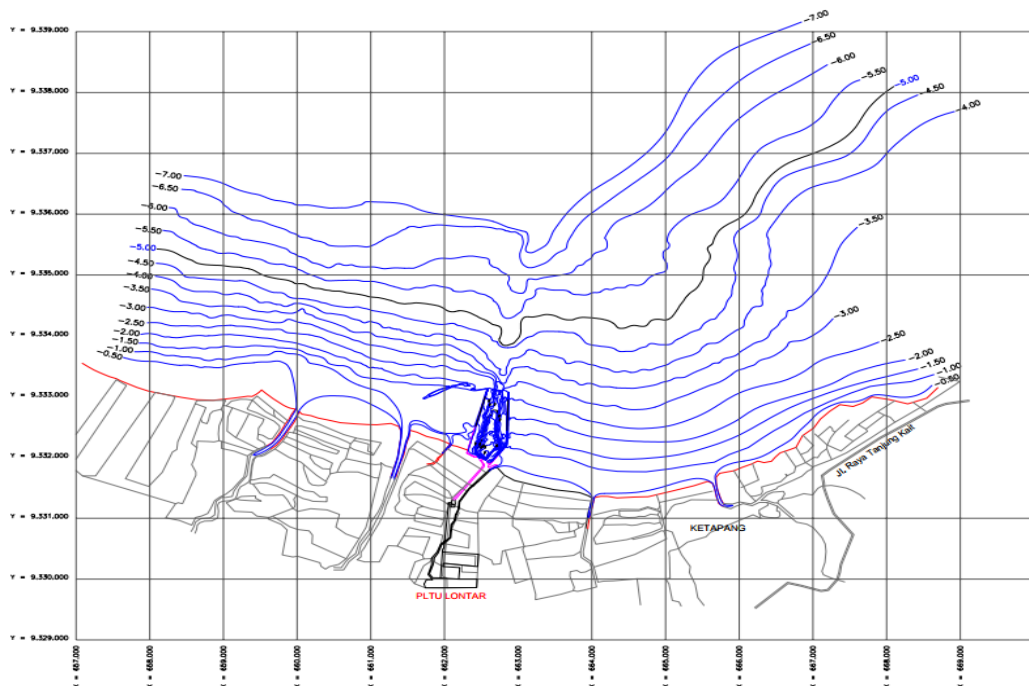
(Sumber : Google Earth)

PLTU Banten 3 Lontar berbatasan langsung dengan Laut Jawa di sebelah Utara, sedangkan di bagian Barat dan Timur terdapat beberapa sungai yang bermuara langsung ke Laut Jawa.

4.2. Pengukuran dan Analisis Data

4.2.1. Data Batimetri

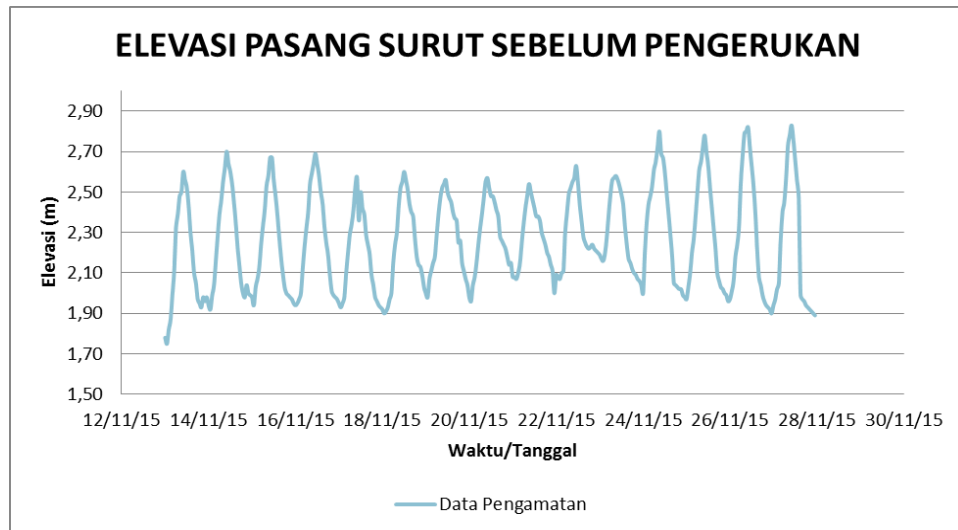
Data batimetri yang digunakan merupakan data batimetri yang diukur sebelum dan setelah dilakukannya pengerukan. Kedalaman yang ditampilkan pada peta batimetri mengacu terhadap *mean sea level* (MSL). Berikut ini merupakan data batimetri area penelitian sebelum dilakukannya pengerukan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Data Batimetri Sebelum Pengerukan (LPPM-ITS, 2017)

4.2.2. Data Pasang Surut

Data pasang surut muka air laut yang digunakan merupakan data sekunder hasil dari pengukuran pada kawasan PLTU Banten 3 Lontar selama 15 hari dari tanggal 13 November 2015 sampai dengan 27 November 2015 dengan pengukuran setiap 60 menit. Total waktu pengukuran adalah selama 360 jam. Berikut ini merupakan grafik elevasi pasang surut yang ditunjukkan oleh Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Elevasi Pasang Surut PLTU Banten 3 Lontar (LPPM-ITS, 2017)

Berdasarkan grafik di atas, data yang diolah kemudian digunakan untuk mencari tipe pasang surutnya, dengan beberapa konstanta pasang surut yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Konstanta Pasang Surut PLTU Banten 3 Lontar (LPPM-ITS, 2017)

A (cm)	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
	225,89	2,48	9,54	1,84	55,84	4,21	0,39	1,32	2,58	18,43
g^0	0	85	306	145	131	169	179	340	306	131

Berdasarkan konstanta pasang surut yang telah diketahui tersebut, dapat dihitung dan ditentukan jenis pasang surutnya. Berdasarkan perhitungan, jenis pasang surut di daerah PLTU Banten 3 Lontar tersebut adalah jenis pasang surut harian tunggal atau diurnal.

4.2.3. Data Kecepatan Arus

Data kecepatan arus adalah data sekunder yang didapat melalui pengukuran pada 5 titik di area PLTU Banten 3 Lontar yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Lokasi Pengukuran Kecepatan Arus

(Sumber : Google Earth)

Pengukuran data arus dilakukan pada 3 titik elevasi yaitu kedalam 0,2d, 0,6d, 0,8d. Pengukuran dilakukan selama 25 jam dengan interval waktu pengukuran setiap 60 menit. Berikut merupakan hasil pencatatan pengukuran kecepatan arus di area PLTU Banten 3 Lontar yang ditunjukkan oleh Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pencatatan Pengukuran Kecepatan Arus (LPPM-ITS, 2017)

LOKASI	KECEPATAN ARUS (knot)		
	TERENDAH	RATA-RATA	TERTINGGI
Titik 1 - Muara Sungai 1	0,100	0,355	0,600
Titik 2 - Muara Sungai 2	0,100	0,350	0,600
Titik 3 - Depan Jetty	0,100	0,343	0,700
Titik 4 - Di dalam Jetty	0,100	0,309	0,700
Titik 5 - Muara Sungai 2	0,100	0,359	0,600

4.2.4. Data Debit Aliran Sungai

Selain data pasang surut dan kecepatan arus, data debit aliran sungai juga menjadi masukan yang diperlukan untuk tiap-tiap kondisi batas dalam pemodelan. Dalam penelitian di PLTU Banten 3 Lontar ini, terdapat beberapa sungai yang berada di sekitarnya dan menjadi penyuplai sedimen ke area PLTU. Selanjutnya, diambil 3 sungai yang nantinya debitnya dibutuhkan untuk masukan ke pemodelan.

Pengukuran debit dilakukan dengan mengalikan kecepatan arus di titik muara sungai dengan *cross section* area dilakukannya pencatatan kecepatan arus tersebut. Berikut ini merupakan debit sungai pada ketiga sungai tersebut,

1. Sungai 1 memiliki debit sungai 10,359 m³/s.
2. Sungai 2 memiliki debit sungai 37,526 m³/s.
3. Sungai 3 memiliki debit sungai 6,213 m³/s.

4.2.5. Data Konsentrasi Parameter Kualitas Air

Data konsentrasi pasang air dibutuhkan untuk menentukan kualitas air dari suatu wilayah. Konsentrasi tersebut nantinya akan menjadi parameter apakah suatu perairan tercemar atau tidak. Pengukuran konsentrasi parameter kualitas air di PLTU Banten 3 Lontar ini dilakukan di 3 titik yang berbeda yang ditunjukkan oleh Tabel 4.3 dan Gambar 4.5.

Tabel 4.3. Titik Pengukuran Parameter Kualitas Air (LPPM-ITS, 2017)

KODE TITIK PANTAU	KOORDINAT		KETERANGAN
	LATITUDE	LONGITUDE	
L1	06°02'30,00"	106°28'15,70"	Perairan laut sebelah timur <i>jetty</i> , jarak 150 m
L2	06°02'22,70"	106°28'02,00"	Perairan <i>jetty</i> sebelah barat
L3	06°02'26,00"	106°28'00,50"	Perairan di dekat <i>Canal Water Intake</i>



Gambar 4.5. Titik Pengukuran Parameter Kualitas Air

(Sumber : Laporan Akhir PLTU Banten 3 Lontar oleh LPPM-ITS)

Terdapat 3 parameter kualitas air yang dikaji dalam penelitian ini, yaitu TSS, COD, dan BOD. Berikut ini merupakan data konsentrasi parameter kualitas air tersebut yang diukur sebelum dilakukan pengerukan di PLTU Banten 3 Lontar yang ditunjukkan oleh Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Konsentrasi Parameter Air Sebelum Pengerukan (LPPM-ITS, 2017)

PARAMETER	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	21	16	20
<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	49,73	47,15	55,31
<i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>	1,50	1,30	1,30

Data konsentrasi parameter kualitas air yang diukur setelah dilakukan pengerukan di PLTU Banten 3 Lontar ditunjukkan oleh Tabel 4.5.

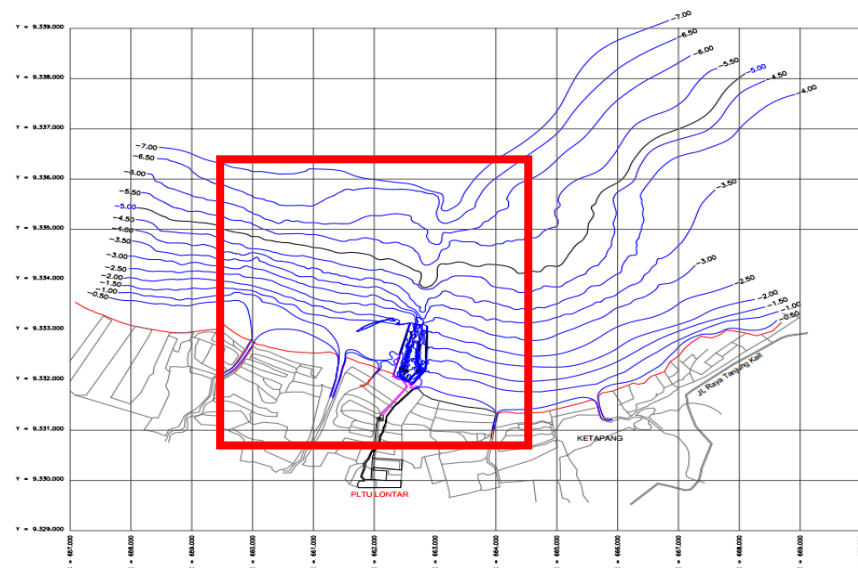
Tabel 4.5. Konsentrasi Parameter Air Setelah Pengerukan (LPPM-ITS, 2017)

PARAMETER	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	41	45	162
<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	87,08	84,93	86,65
<i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>	1,50	1,40	1,50

4.3. Pemodelan Hidrodinamika Sebelum Pengerukan

4.3.1. Meshing Batimetri

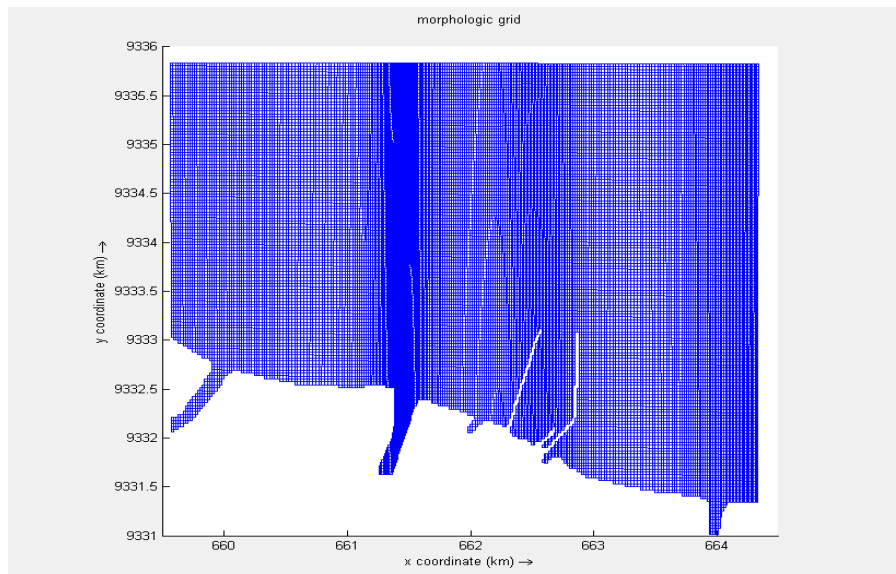
Meshing grid adalah tahap pertama yang dilakukan dalam pemodelan kedalaman. Hal yang pertama dilakukan dalam *meshing* grid adalah menentukan area pemodelan. Area pemodelan untuk PLTU Banten 3 Lontar adalah kurang lebih 4 km x 6 km. Berikut merupakan cakupan wilayah pemodelan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Data Batimetri Sebelum Pengerukan untuk Pemodelan (LPPM-ITS, 2017)

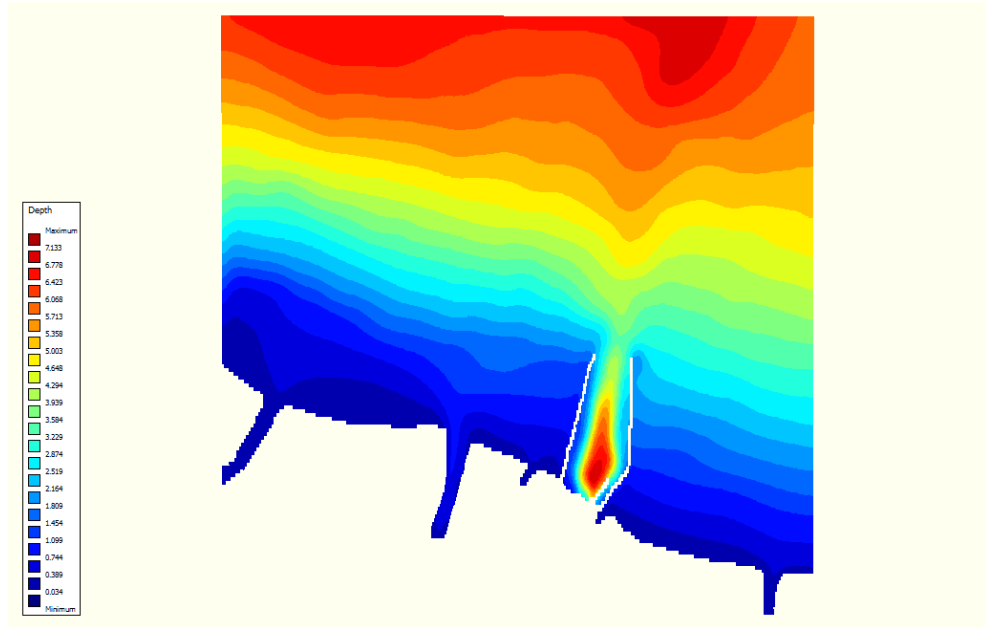
Pembuatan *meshing* batimetri dilakukan dengan mengubah format gambar batimetri dari Autocad ke dalam format .xyz untuk dimasukkan ke Delft 3D RFGRID. Ketika data batimetri sudah dimasukkan, grid dapat dibuat sesuai dengan kriteria pemodelan. Berikut ini adalah hasil

pembuatan grid di dalam Delft 3D RFGRID yang ditunjukkan oleh Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Grid Daerah Pemodelan

Setelah grid selesai dibuat dengan nilai *orthogonality* yang baik, langkah selanjutnya adalah dengan menggabungkan grid tersebut dengan sampel kedalaman dengan Delft 3D QUICKIN. Penggabungan grid dengan sampel kedalaman harus dilakukan dengan 3 tahapan, yaitu *triangular interpolation*, *internal diffusion*, dan *smoothing*. Berikut ini merupakan hasil *meshing* batimetri yang dilakukan dengan Delft 3D QUICKIN yang ditunjukkan oleh Gambar 4.8.



Gambar 4.8. *Meshing* Batimetri Daerah Pemodelan

4.3.2. Pemodelan Hidrodinamika

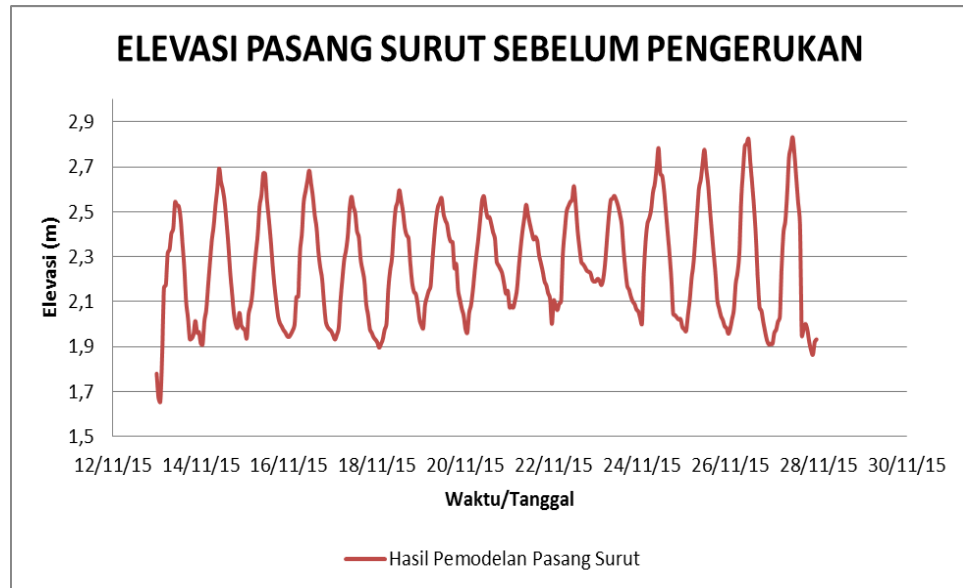
Setelah *meshing* batimetri selesai dikerjakan, langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan hidrodinamika yang mencakup pasang surut dan arus. Pemodelan ini dilakukan dengan Delft 3D FLOW. Berikut merupakan parameter-parameter yang dimasukkan pada Delft 3D FLOW terkait dengan pemodelan sebelum pengerukan yang ditunjukkan oleh Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Parameter Masukan pada Delft 3D FLOW Sebelum Pengerukan

Parameter		Nilai
Latitude		-6.039
Waktu simulasi		15 Hari 13 November 2015 – 27 November 2015
Time Step		0,4 menit
Initial Elevation		1,78 m
Discharges	Sungai 1	10,359 m ³ /s
	Sungai 2	37,526 m ³ /s
	Sungai 3	6,213 m ³ /s
Gravitasi		9,81 m/s ²
Massa Jenis Air Laut		1025 kg/m ³
Koefisien kekasaran Chezy		Uniform = 65
Salinitas		31 ppt

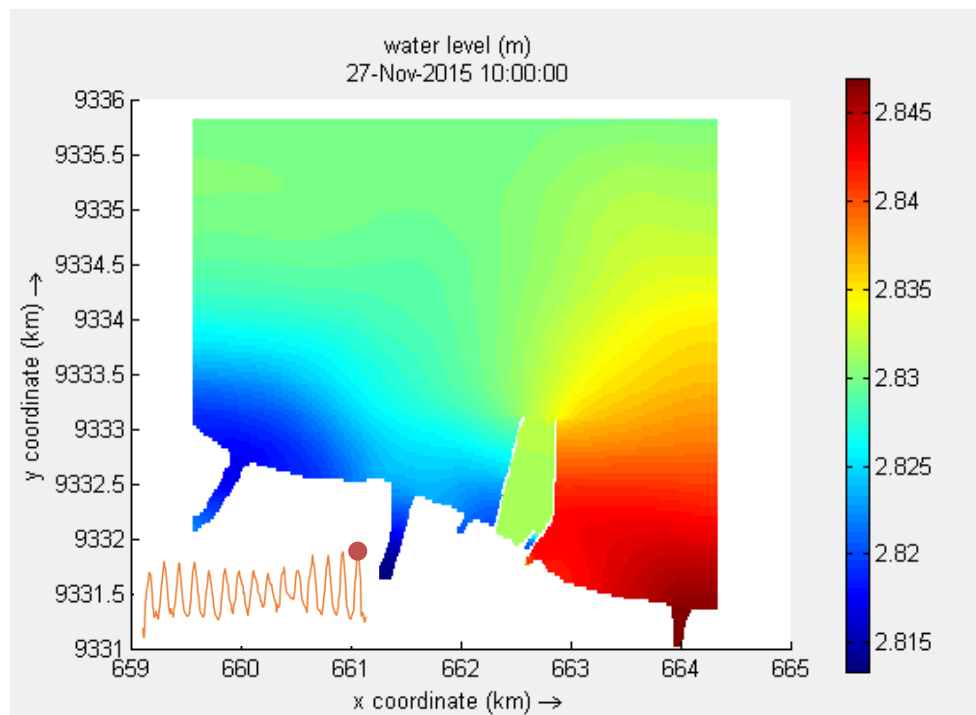
4.3.3. Hasil Pemodelan Hidrodinamika

Simulasi yang pertama dilakukan adalah ketika kondisi sebelum pengerukan. Dari simulasi Delft 3D FLOW selama 15 hari didapatkan hasil elevasi pasang surut dan pola arus. Hasil pemodelan elevasi pasang surut dengan *time series* ditunjukkan oleh Gambar 4.9.



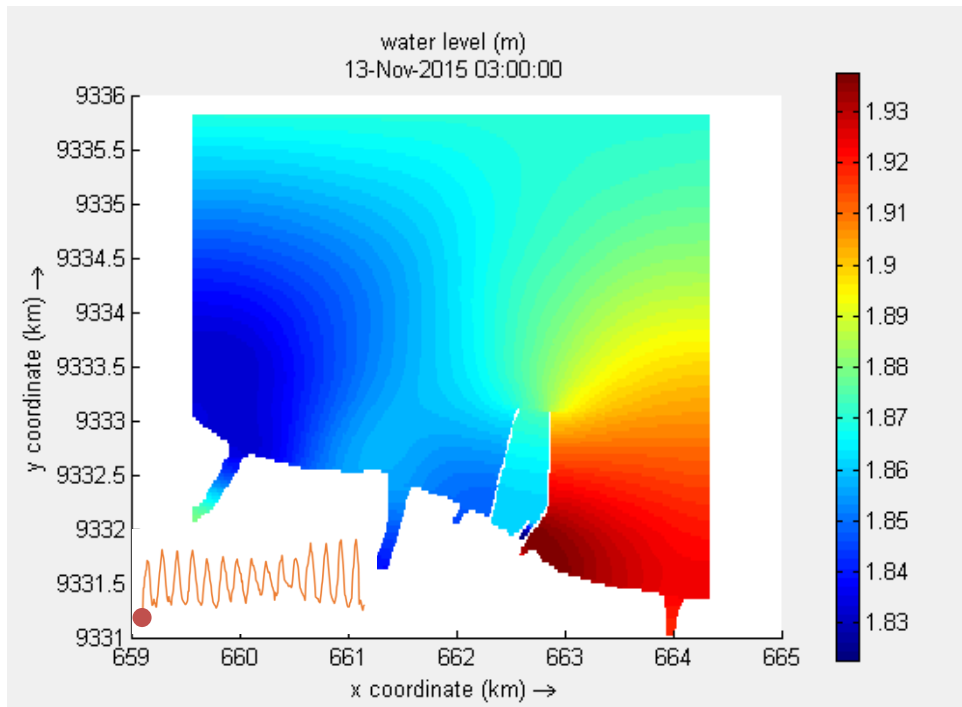
Gambar 4.9. Hasil Pemodelan Pasang Surut Sebelum Pengerukan

Berikut ini adalah hasil pemodelan elevasi pasang surut saat pasang tertinggi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.10.



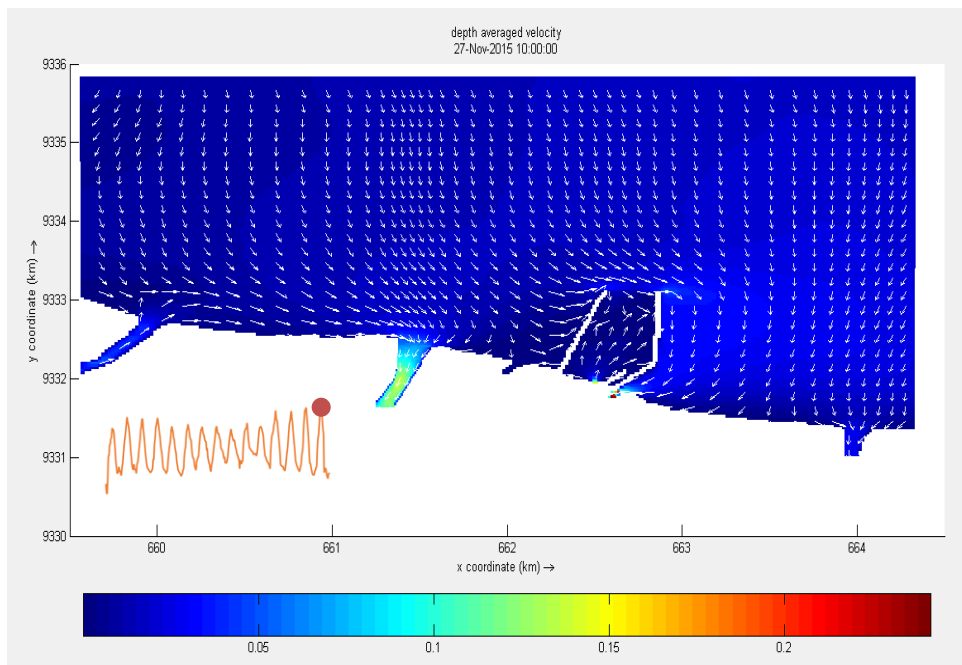
Gambar 4.10. Hasil Pemodelan Pasang Surut Sebelum Pengerukan Saat Pasang Tertinggi

Berikut ini adalah hasil pemodelan elevasi pasang surut saat surut terendah yang ditunjukkan oleh Gambar 4.11.

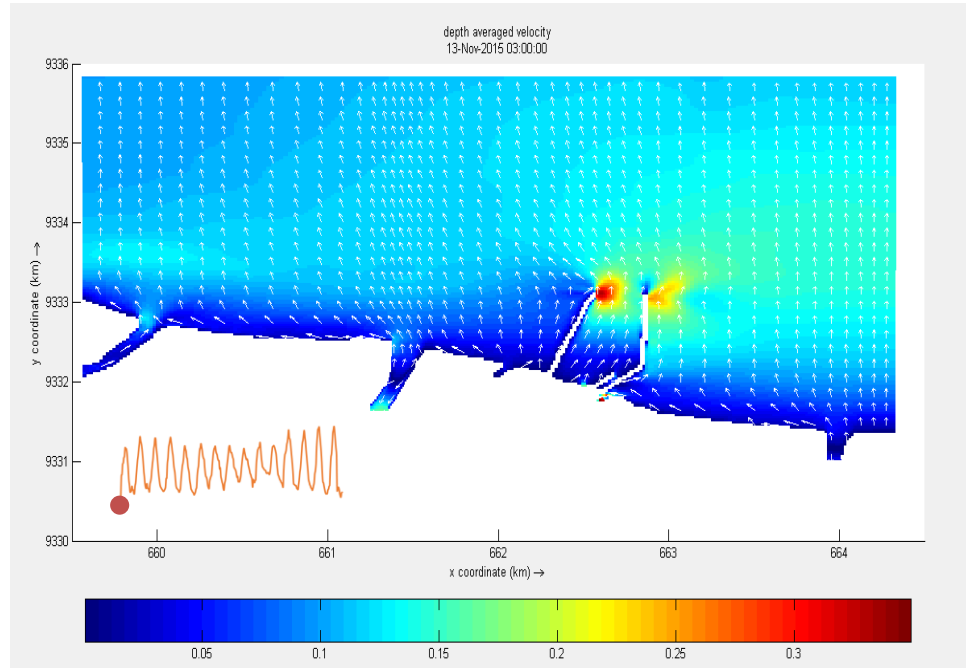


Gambar 4.11. Hasil Pemodelan Pasang Surut Sebelum Pengerukan Saat Surut Terendah

Selain pasang surut, simulasi Delft 3D FLOW juga menghasilkan keluaran pola arus. Hasil pemodelan pola arus ditunjukkan oleh Gambar 4.12 dan 4.13.



Gambar 4.12. Hasil Pemodelan Arus Sebelum Pengerukan Saat Pasang Tertinggi



Gambar 4.13. Hasil Pemodelan Arus Sebelum Pengerukan Saat Surut Terendah

4.3.4. Perbandingan Data dengan Hasil Pemodelan

Tahap perbandingan merupakan salah satu proses yang penting dalam pemodelan. Perbandingan data dan hasil merupakan cara untuk melihat apakah hasil pemodelan sesuai dengan data yang sesungguhnya. Dalam perhitungan ini, digunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk menghitung kesalahan nilai pemodelan yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut residual. Perhitungan MAPE dapat ditulis sebagai berikut,

$$M = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

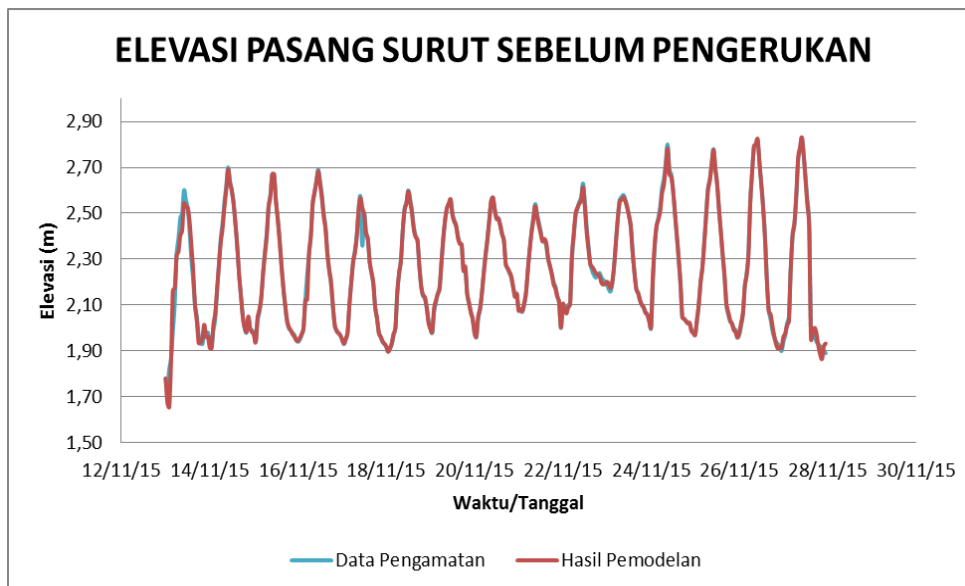
dengan,

A_t : Data sesungguhnya hasil pengukuran

F_t : Data hasil pemodelan

n : Jumlah data

Semakin kecil nilai MAPE menunjukkan bahwa presentase kesalahan yang dihasilkan oleh model juga semakin kecil. Nilai MAPE yang baik adalah nilai yang berada di bawah 10%. Berikut ini merupakan grafik perbandingan elevasi pasang surut antara data sesungguhnya dengan hasil pemodelan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Perbandingan Elevasi Pasang Surut Sebelum Pengerukan

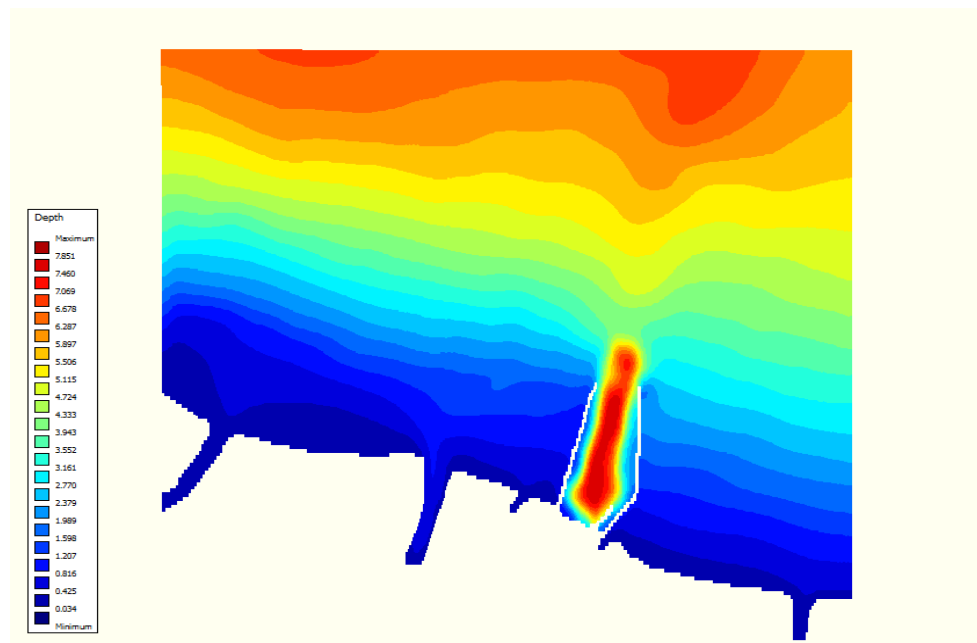
Setelah dibandingkan, kemudian nilai dari grafik pasang surut divalidasi dengan metode MAPE. Setelah dilakukan perhitungan, ditemukan bahwa *error* yang terjadi adalah sebesar 0,99% dimana masih dalam kategori baik.

4.4. Pemodelan Hidrodinamika Setelah Pengerukan

4.4.1. *Meshing* Batimetri

Daerah yang ditinjau dalam pemodelan baik sebelum maupun setelah pengerukan adalah sama. Oleh sebab itu, grid yang digunakan dalam pemodelan setelah pengerukan adalah sama dengan grid yang digunakan untuk pemodelan sebelum pengerukan. Hal yang menjadi perbedaan dalam pemodelan ini adalah kedalamannya. Berikut ini merupakan hasil *meshing* batimetri untuk pemodelan setelah pengerukan

yang dilakukan dengan Delft 3D QUICKIN yang ditunjukkan oleh Gambar 4.15.



Gambar 4.15. *Meshing* Batimetri Setelah Pengerukan

4.4.2. Pemodelan Hidrodinamika

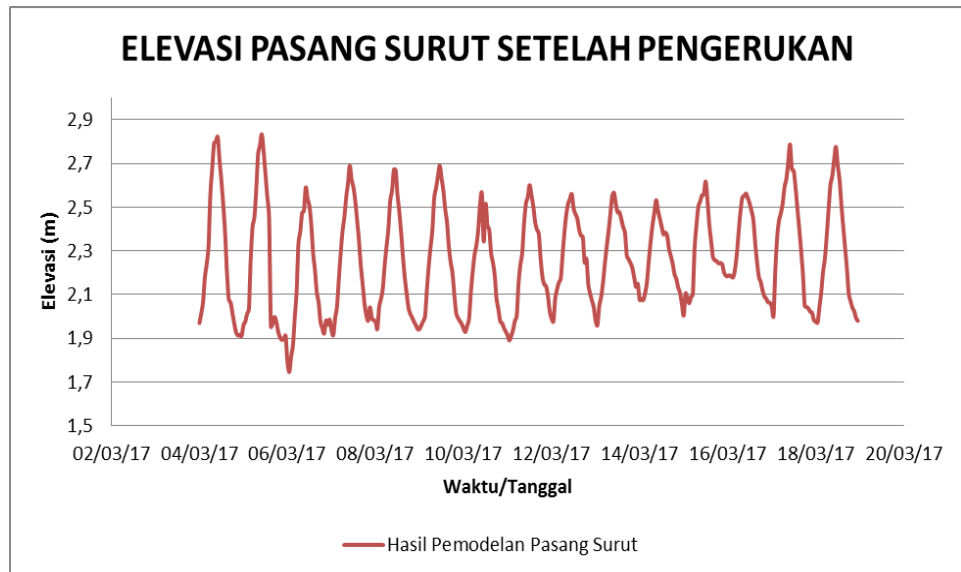
Setelah *meshing* batimetri selesai dikerjakan, langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan hidrodinamika yang mencakup pasang surut dan arus. Pemodelan ini dilakukan dengan Delft 3D FLOW. Berikut merupakan parameter-parameter yang dimasukkan pada Delft 3D FLOW terkait dengan pemodelan setelah pengerukan yang ditunjukkan oleh Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Parameter Masukan pada Delft 3D FLOW Setelah Pengerukan

Parameter		Nilai
Latitude		-6.039
Waktu simulasi		15 Hari 4 Maret 2017 – 18 Maret 2017
Time Step		0,4 menit
Initial Elevation		1,97 m
Discharges	Sungai 1	10,359 m ³ /s
	Sungai 2	37,526 m ³ /s
	Sungai 3	6,213 m ³ /s
Gravitasi		9,81 m/s ²
Massa Jenis Air Laut		1025 kg/m ³
Koefisien kekasaran Chezy		Uniform = 65
Salinitas		31 ppt

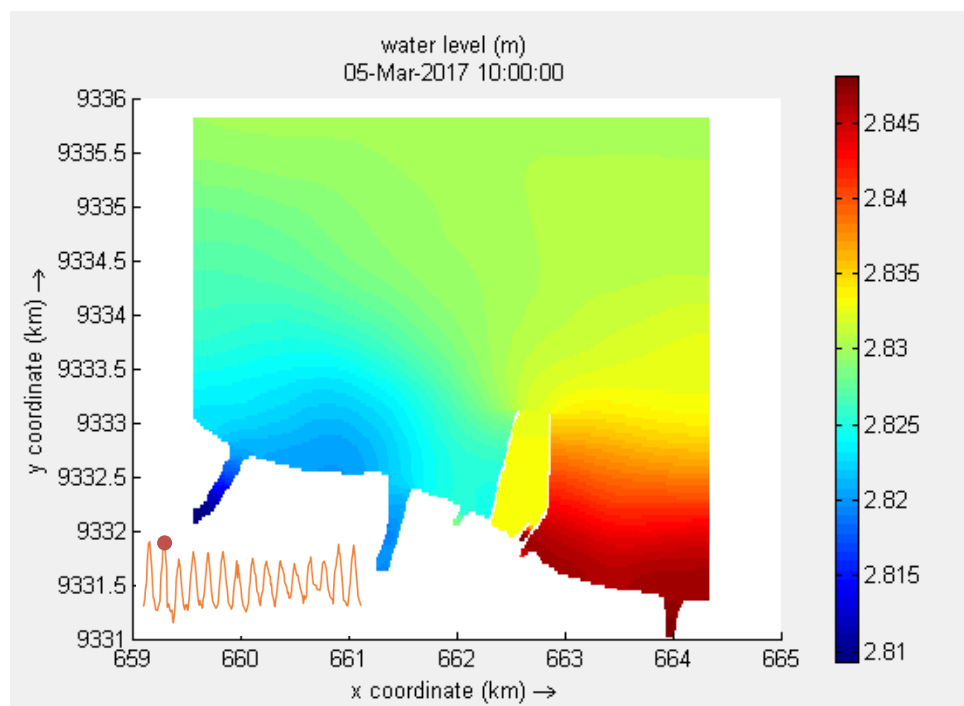
4.4.3. Hasil Pemodelan Hidrodinamika

Berdasarkan hasil simulasi Delft 3D FLOW selama 15 hari didapatkan hasil elevasi pasang surut dan pola arus. Hasil pemodelan elevasi pasang surut setelah pengerukan dengan *time series* ditunjukkan oleh Gambar 4.16.



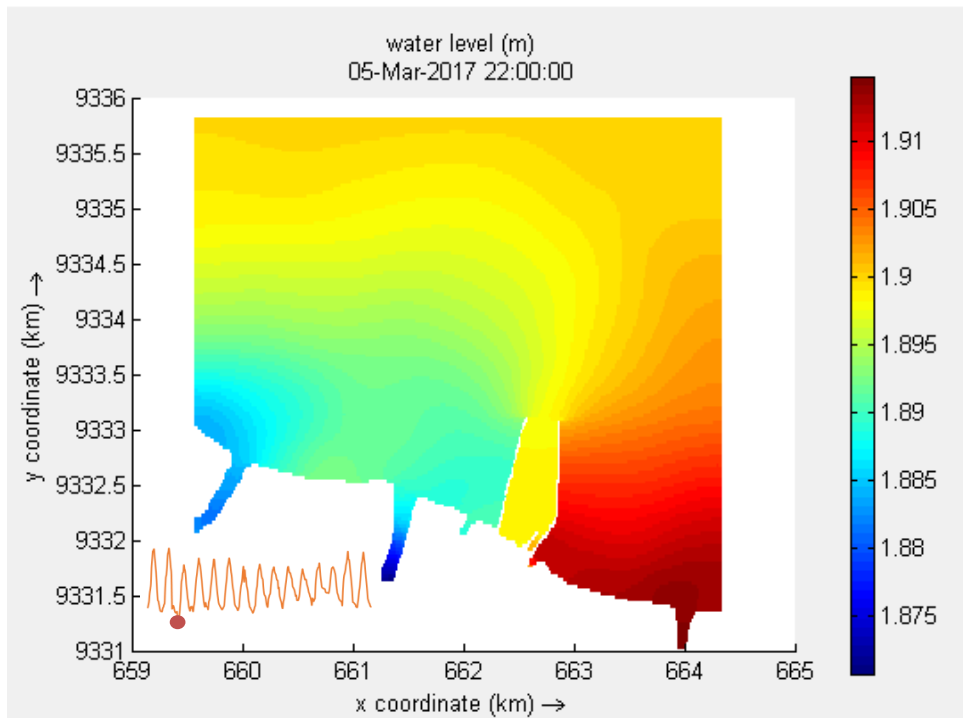
Gambar 4.16. Hasil Pemodelan Pasang Surut Setelah Pengerukan

Berikut ini adalah hasil pemodelan elevasi pasang surut saat pasang tertinggi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.17.



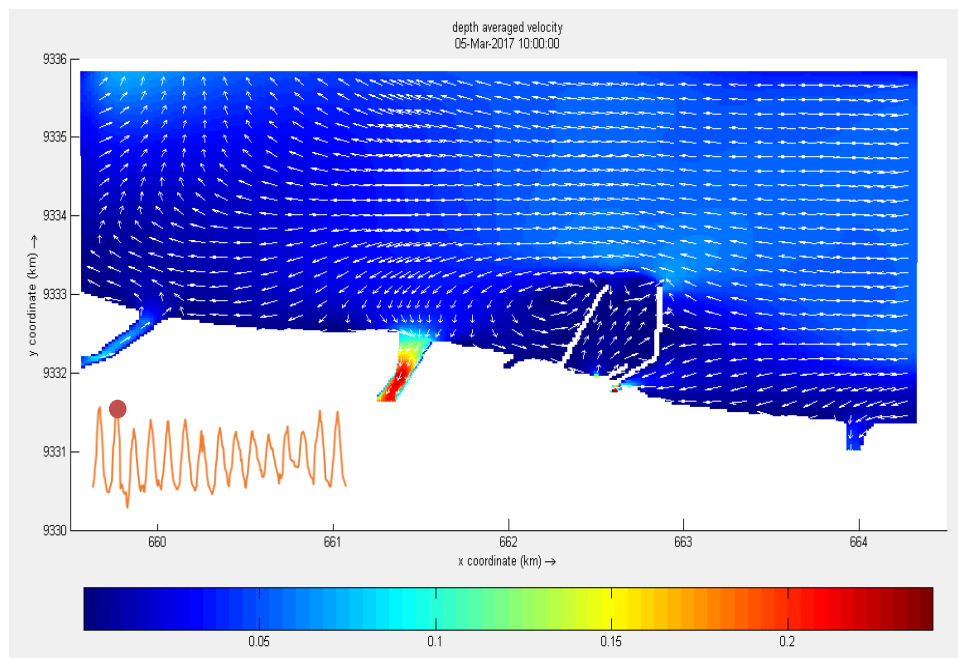
Gambar 4.17. Hasil Pemodelan Pasang Surut Setelah Pengerukan Saat Pasang Tertinggi

Berikut ini adalah hasil pemodelan elevasi pasang surut saat surut terendah yang ditunjukkan oleh Gambar 4.18.

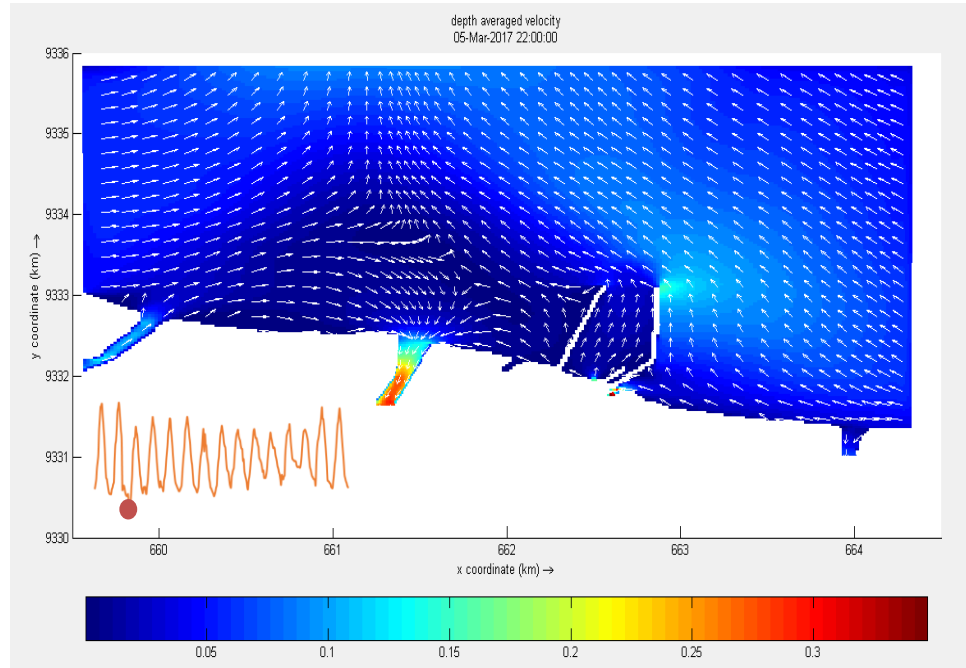


Gambar 4.18. Hasil Pemodelan Pasang Surut Setelah Pengerukan Saat Surut Terendah

Selain pasang surut, simulasi Delft 3D FLOW juga menghasilkan keluaran pola arus. Hasil pemodelan pola arus ditunjukkan oleh Gambar 4.19 dan 4.20.



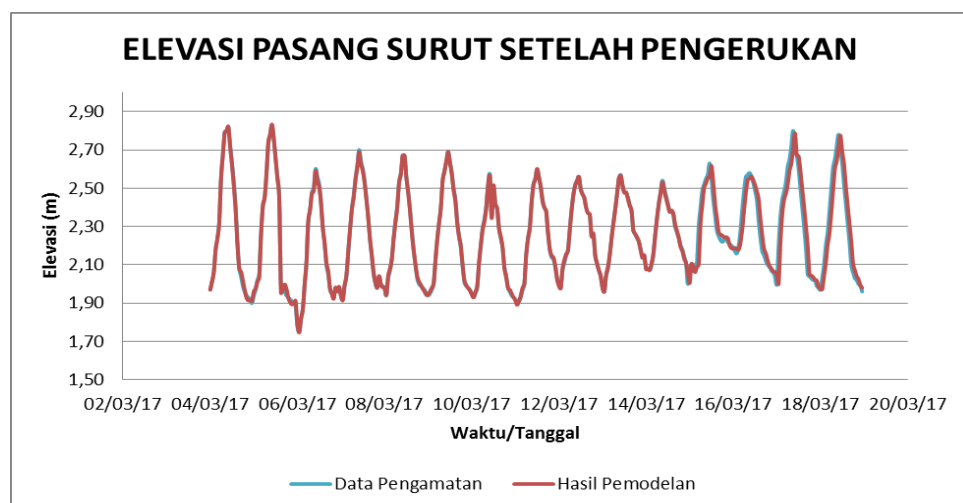
Gambar 4.19. Hasil Pemodelan Arus Setelah Pengerukan Saat Pasang Tertinggi



Gambar 4.20. Hasil Pemodelan Arus Setelah Pengerukan Saat Surut Terendah

4.4.4. Perbandingan Data dengan Hasil Pemodelan

Hasil pemodelan pasang surut setelah pengerukan selanjutnya dibandingkan dengan data pengamatan. Berikut ini merupakan grafik perbandingan elevasi pasang surut antara data sesungguhnya dengan hasil pemodelan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.21.



Gambar 4.21. Perbandingan Elevasi Pasang Surut Setelah Pengerukan

Setelah dilakukan perhitungan, ditemukan bahwa *error* yang terjadi adalah sebesar 0,86% dimana masih dalam kategori baik.

4.5. Pemodelan Persebaran Sedimen Sebelum Pengerukan

Pemodelan persebaran sedimen dilakukan dengan Delft 3D FLOW, dimana pemodelan ini juga ditujukan untuk memodelkan persebaran salah satu parameter kualitas air yakni *Total Suspended Solid* (TSS).

4.5.1. Parameter Masukan

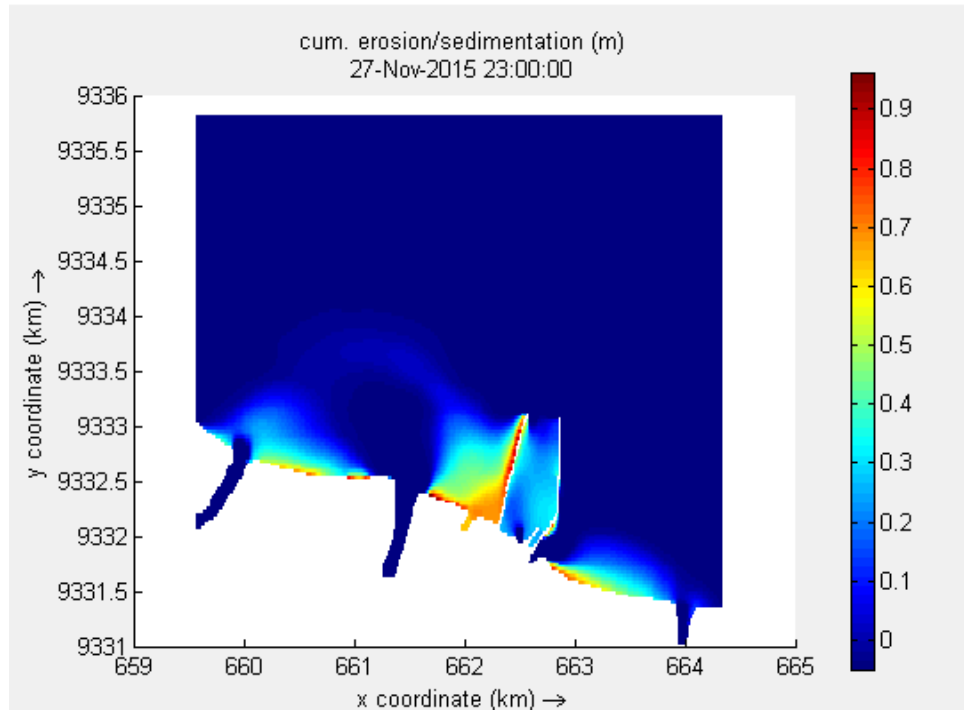
Pemodelan persebaran sedimen membutuhkan beberapa parameter-parameter masukan yang harus diisikan ke dalam modul Delft 3D FLOW. Berikut ini merupakan masukan pemodelan sedimentasi yang ditunjukkan oleh Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Parameter Masukan Pemodelan Sedimentasi Sebelum Pengerukan

Parameter		Nilai
Latitude		-6.039
Waktu simulasi		15 Hari 13 November 2015 – 27 November 2015
Time Step		0,4 menit
Initial Elevation		1,78 m
Discharges	Sungai 1	10,359 m ³ /s
	Sungai 2	37,526 m ³ /s
	Sungai 3	6,213 m ³ /s
Gravitasi		9,81 m/s ²
Massa Jenis Air Laut		1025 kg/m ³
Koefisien kekasaran Chezy		Uniform = 65
Salinitas		31 ppt
Konsentrasi Sedimen (TSS)	L1	21 mg/l
	L2	20 mg/l
	L3	16 mg/l

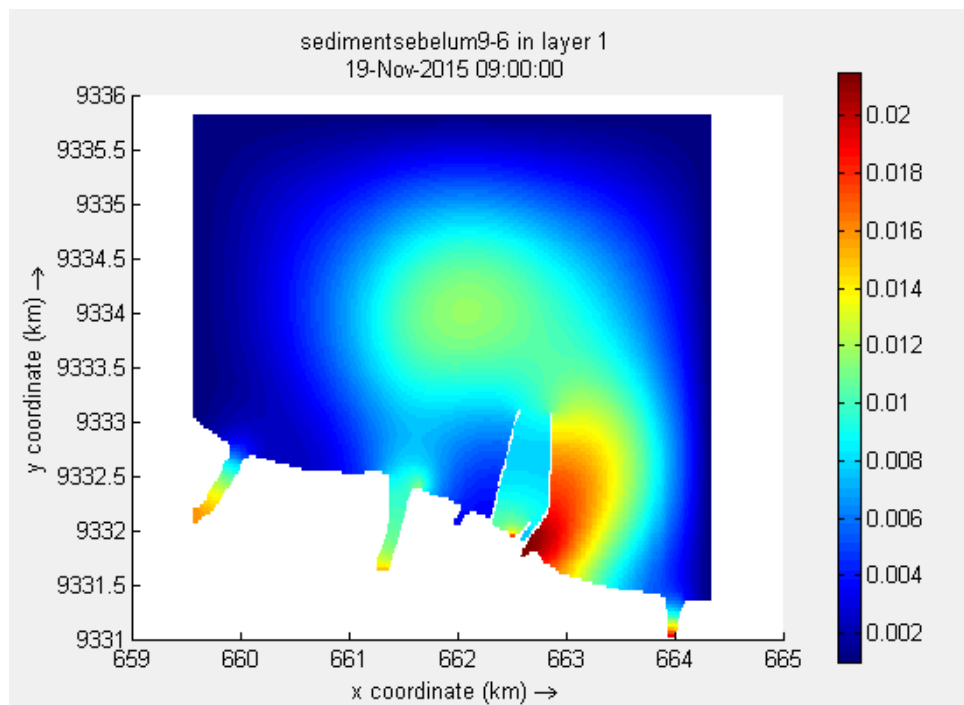
4.5.2. Hasil Pemodelan Sedimen Sebelum Pengerukan

Setelah dilakukan *running*, maka didapatkan hasil-hasil pemodelan seperti konsentrasi TSS, persebaran TSS, dan perubahan morfologi. Berikut ini merupakan perubahan morfologi akibat sedimentasi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.22.



Gambar 4.22. Perubahan Morfologi Akibat Sedimentasi Sebelum Pengerukan

Hasil pemodelan persebaran TSS ditunjukkan oleh Gambar 4.23 berikut ini.



Gambar 4.23. Persebaran TSS Sebelum Pengerukan

Berikut ini merupakan hasil pemodelan TSS sebelum pengerukan di titik-titik pengamatan yang ditunjukkan oleh tabel 4.9.

Tabel 4.9. Perbandingan Konsentrasi TSS Sebelum Pengerukan

<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
Data Pengamatan	21	16	20
Hasil Pemodelan	19,84	3,92	10,66

4.6. Pemodelan Persebaran Sedimen Setelah Pengerukan

Pemodelan persebaran sedimen dilakukan dengan Delft 3D FLOW, dimana pemodelan ini juga ditujukan untuk memodelkan persebaran salah satu parameter kualitas air yakni *Total Suspended Solid* (TSS).

4.6.1. Parameter Masukan

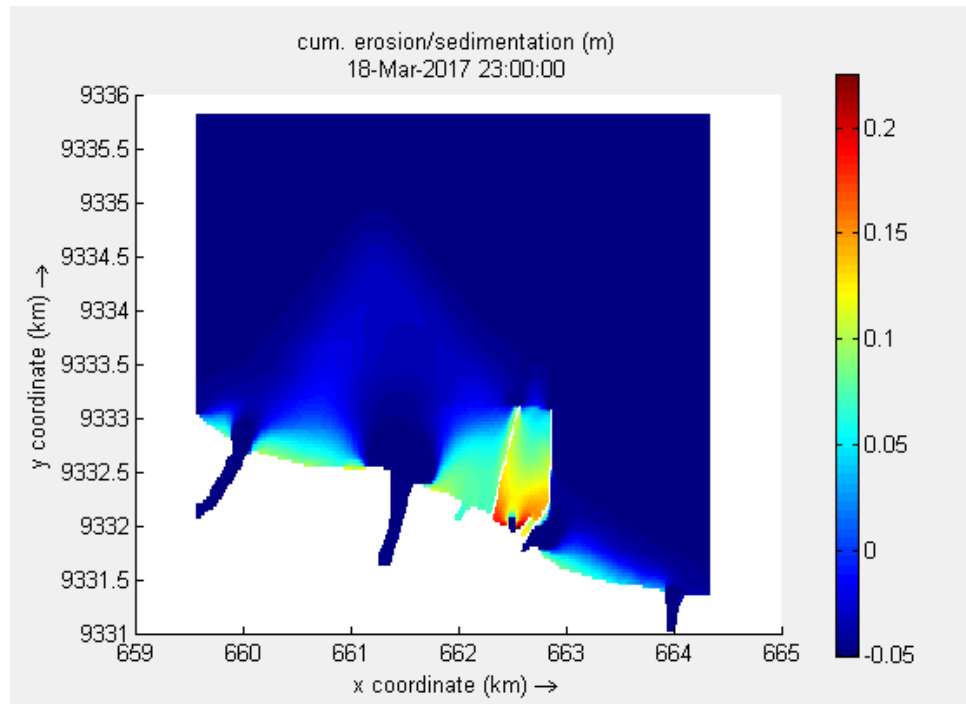
Pemodelan sedimentasi membutuhkan beberapa parameter-parameter masukan yang harus diisikan ke dalam modul Delft 3D FLOW. Berikut ini merupakan masukan pemodelan sedimentasi yang ditunjukkan oleh Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Parameter Masukan Pemodelan Sedimentasi Setelah Pengerukan

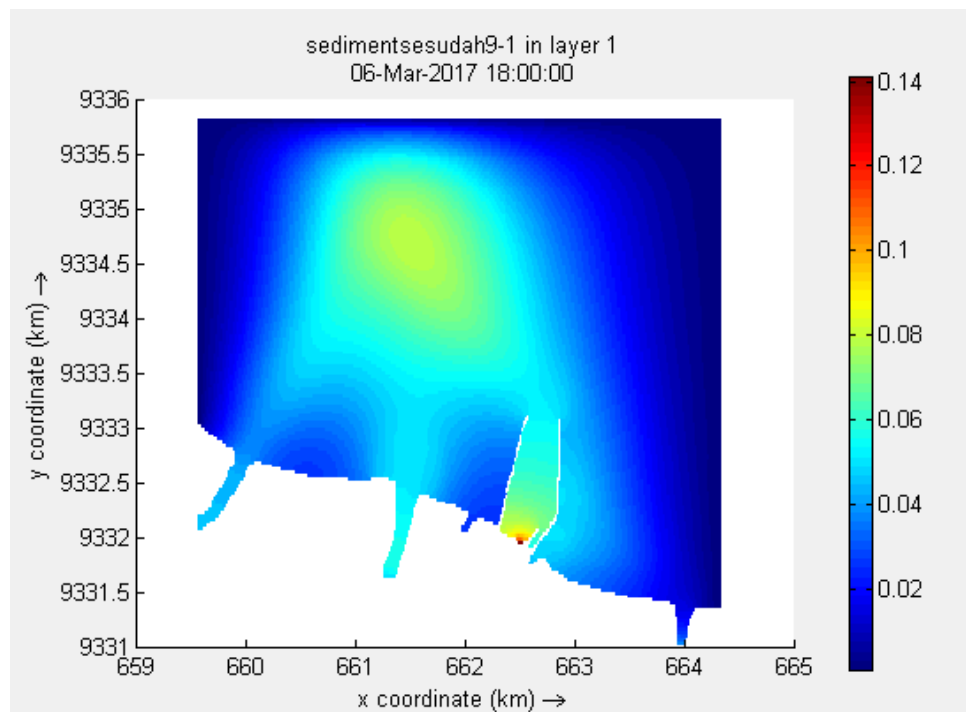
Parameter		Nilai
Latitude		-6.039
Waktu simulasi		15 Hari 4 Maret 2017 – 18 Maret 2017
Time Step		0,4 menit
Initial Elevation		1,97 m
Discharges	Sungai 1	10,359 m ³ /s
	Sungai 2	37,526 m ³ /s
	Sungai 3	6,213 m ³ /s
Gravitasi		9,81 m/s ²
Massa Jenis Air Laut		1025 kg/m ³
Koefisien kekasaran Chezy		Uniform = 65
Salinitas		31 ppt
Konsentrasi Sedimen (TSS)	L1	0.041 mg/l
	L2	0.162 mg/l
	L3	0.045 mg/l

4.6.2. Hasil Pemodelan Sedimen Setelah Pengerukan

Setelah dilakukan *running*, maka didapatkan hasil-hasil pemodelan seperti konsentrasi TSS, persebaran TSS, dan perubahan morfologi. Berikut ini merupakan perubahan morfologi akibat sedimentasi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.24.



Gambar 4.24. Perubahan Morfologi Akibat Sedimentasi Setelah Pengerukan
Sedangkan persebaran TSS ditunjukkan oleh Gambar 4.25 berikut ini.



Gambar 4.25. Persebaran TSS Setelah Pengerukan

Berikut ini merupakan hasil pemodelan TSS setelah pengerukan di titik-titik pengamatan yang ditunjukkan oleh tabel 4.11.

Tabel 4.11. Perbandingan Konsentrasi TSS Setelah Pengerukan

<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
Data Pengamatan	41	45	162
Hasil Pemodelan	50	38,9	84,83

4.7. Pemodelan Persebaran Parameter Kualitas Air Sebelum Pengerukan

Pemodelan persebaran parameter kualitas air dilakukan dengan Delft 3D *Water Quality* (WAQ). Pemodelan ini memerlukan data masukan berupa hasil dari pemodelan Delft 3D FLOW yang dikonversi dengan *coupling*. Hal yang selanjutnya dilakukan adalah memilih proses dan parameter yang diinginkan. Setelah proses parameter sudah ditentukan, selanjutnya masuk ke proses masukan nilai-nilai parameter yang sudah ditentukan.

4.7.1. Parameter Masukan

Pemodelan persebaran parameter kualitas air membutuhkan beberapa parameter-parameter masukan yang harus diisikan ke dalam modul Delft 3D WAQ. Setelah memasukkan parameter masukan, jenis *substance* atau zat parameter harus ditentukan terlebih dahulu beserta proses-prosesnya. Berikut ini merupakan *substance* yang dimodelkan melalui Delft 3D WAQ yang ditunjukkan oleh Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Konsentrasi Parameter Air Sebelum Pengerukan (LPPM-ITS, 2017)

PARAMETER	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	49,73	47,15	55,31
<i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>	1,50	1,30	1,30

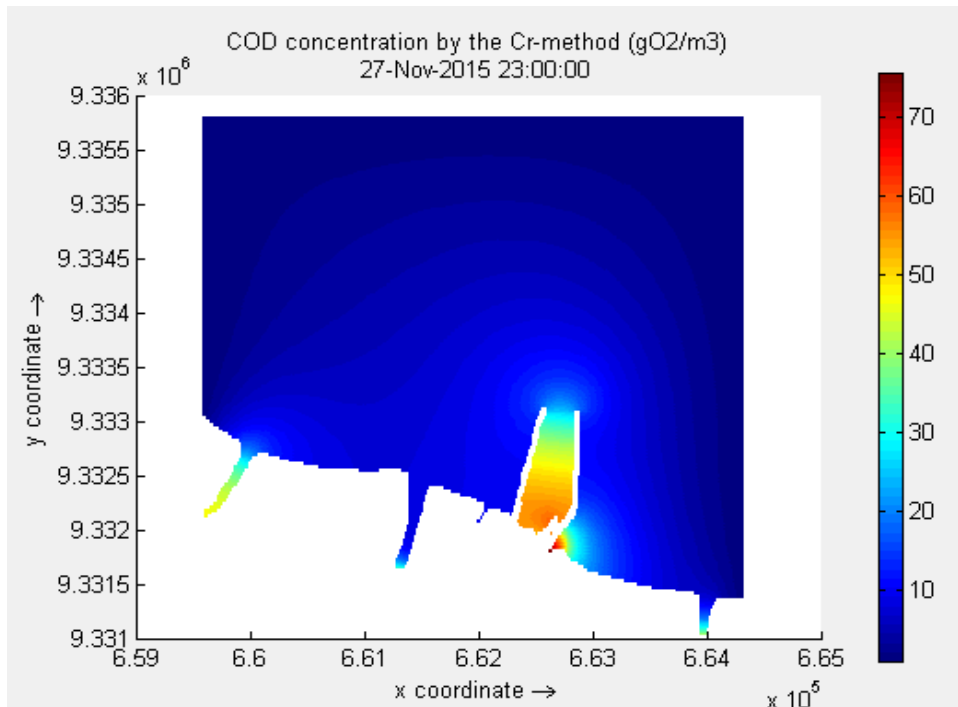
Setelah parameter atau *substance* sudah ditentukan, selanjutnya dapat dilanjutkan ke tahap memasukkan nilai-nilai parameter masukan. Berikut ini merupakan parameter-parameter pemodelan persebaran kualitas air sebelum pengerukan yang ditunjukkan oleh Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Parameter Masukan pada Delft 3D WAQ Sebelum Pengerukan

Parameter	Nilai
Latitude	-6.039
Waktu simulasi	15 Hari 13 November 2015 – 27 November 2015
Time Step	60 menit
Background Dispersion	10 m ² /s
Vertical Dispersion	10 m ² /s
Continuity	1 gr/m ³
Gravitasi	9,81 m/s ²
Salinitas	31 ppt

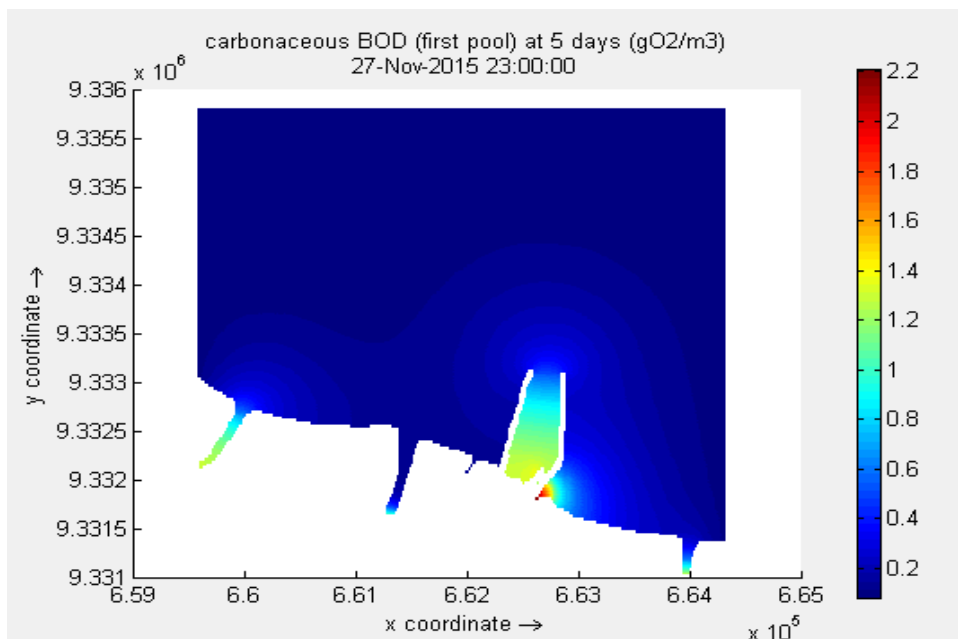
4.7.2. Hasil Pemodelan Sebelum Pengerukan

Berdasarkan hasil pemodelan Delft 3D WAQ diperoleh persebaran parameter kualitas air yang berupa COD dan BOD. Berikut ini merupakan persebaran COD sebelum pengerukan yang ditunjukan oleh Gambar 4.27.



Gambar 4.27. Persebaran Chemical Oxygen Demand (COD) Sebelum Pengerukan

Berikut ini merupakan persebaran BOD sebelum pengerukan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.28.



Gambar 4.28. Persebaran Biochemical Oxygen Demand (BOD) Sebelum Pengerukan

Berikut ini merupakan hasil pemodelan COD sebelum pengerukan di titik-titik pengamatan yang ditunjukkan oleh tabel 4.14.

Tabel 4.14. Perbandingan Konsentrasi COD Sebelum Pengerukan

<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
Data Pengamatan	49,73	47,15	55,31
Hasil Pemodelan	25,95	9,54	55,37

Berikut ini merupakan hasil pemodelan BOD sebelum pengerukan di titik-titik pengamatan yang ditunjukkan oleh tabel 4.15.

Tabel 4.15. Perbandingan Konsentrasi BOD Sebelum Pengerukan

<i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
Data Pengamatan	1,50	1,30	1,30
Hasil Pemodelan	0,71	0,14	1,29

4.8. Pemodelan Persebaran Parameter Kualitas Air Setelah Pengerukan

Pemodelan persebaran parameter kualitas air dilakukan dengan Delft 3D *Water Quality* (WAQ). Pemodelan ini memerlukan data masukan berupa hasil dari pemodelan Delft 3D FLOW yang dikonversi dengan *coupling*. Hal yang selanjutnya dilakukan adalah memilih proses dan parameter yang diinginkan. Setelah proses parameter sudah ditentukan, selanjutnya masuk ke proses masukan nilai-nilai parameter yang sudah ditentukan.

4.8.1. Parameter Masukan

Pemodelan persebaran parameter kualitas air membutuhkan beberapa parameter-parameter masukan yang harus diisi ke dalam modul Delft 3D WAQ. Setelah memasukkan parameter masukan, jenis *substance* atau zat parameter harus ditentukan terlebih dahulu beserta proses-prosesnya. Berikut ini merupakan *substance* yang dimodelkan melalui Delft 3D WAQ yang ditunjukkan oleh Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Konsentrasi Parameter Air Setelah Pengerukan (LPPM-ITS, 2017)

PARAMETER	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	87,08	84,93	86,65
<i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>	1,50	1,40	1,50

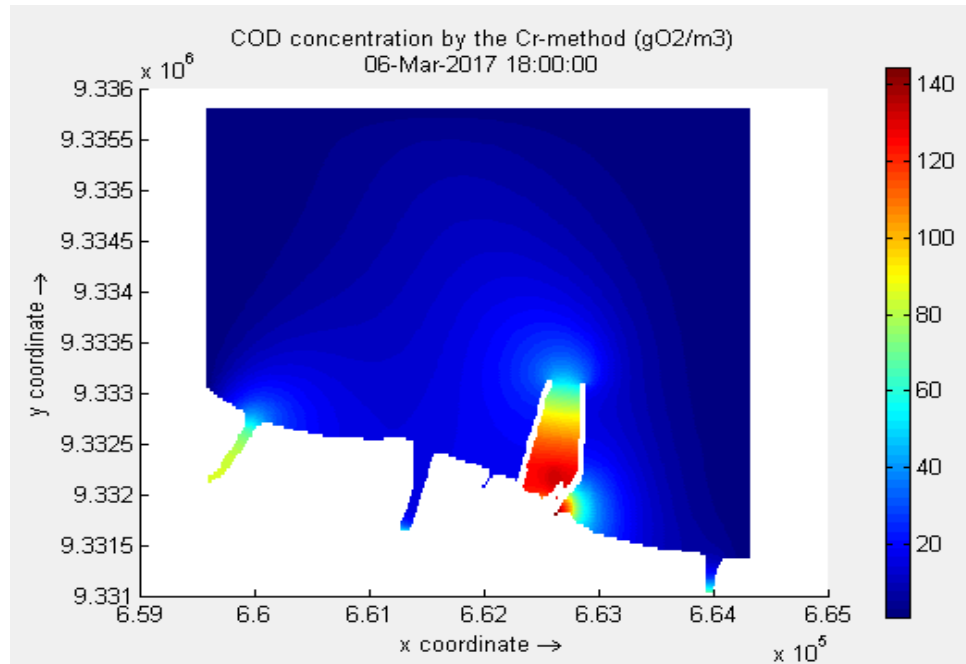
Setelah parameter atau *substance* sudah ditentukan, selanjutnya dapat dilanjutkan ke tahap memasukkan nilai-nilai parameter masukan. Berikut ini merupakan parameter-parameter pemodelan persebaran kualitas air setelah pengerukan yang ditunjukkan oleh Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Parameter Masukan pada Delft 3D WAQ Setelah Pengerukan

Parameter	Nilai
Latitude	-6.039
Waktu simulasi	15 Hari 4 Maret 2017 – 18 Maret 2017
Time Step	60 menit
Background Dispersion	10 m ² /s
Vertical Dispersion	10 m ² /s
Continuity	1 gr/m ³
Gravitasi	9,81 m/s ²
Salinitas	31 ppt

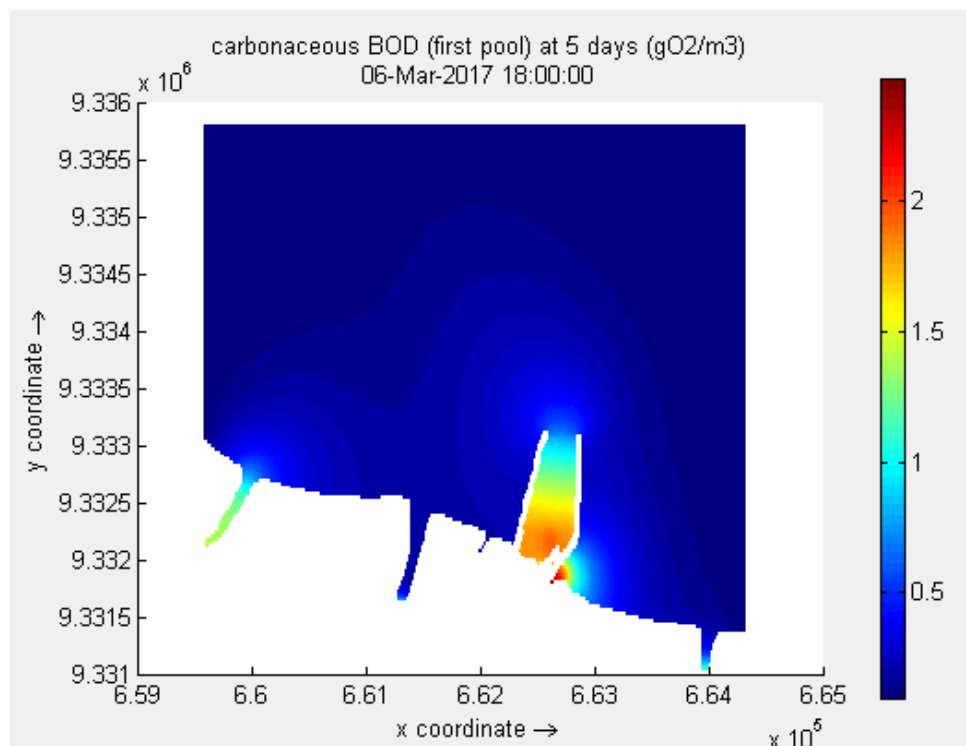
4.8.2. Hasil Pemodelan Setelah Pengerukan

Berdasarkan hasil pemodelan Delft 3D WAQ diperoleh persebaran parameter kualitas air yang berupa COD dan BOD. Berikut ini merupakan persebaran COD setelah pengerukan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.29.



Gambar 4.29. Persebaran *Chemical Oxygen Demand (COD)* Setelah Pengerukan

Berikut ini merupakan persebaran BOD setelah pengerukan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.30.



Gambar 4.30. Persebaran *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* Setelah Pengerukan

Berdasarkan hasil pemodelan tersebut, dapat dicari nilai konsentrasi parameter kualitas air di titik-titik pengamatan yang sudah ditentukan. Berikut ini merupakan hasil pemodelan COD setelah pengerukan di titik-titik pengamatan yang ditunjukkan oleh tabel 4.18.

Tabel 4.18. Perbandingan Konsentrasi COD Setelah Pengerukan

<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
Data Pengamatan	87,08	84,93	86,65
Hasil Pemodelan	51,48	18,08	123,27

Berikut ini merupakan hasil pemodelan BOD setelah pengerukan di titik-titik pengamatan yang ditunjukkan oleh tabel 4.19.

Tabel 4.19. Perbandingan Konsentrasi BOD Setelah Pengerukan

<i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
Data Pengamatan	1,50	1,40	1,50
Hasil Pemodelan	0,88	0,20	1,80

4.9. Identifikasi Hasil Pemodelan Setelah Pengerukan

Identifikasi dilakukan dengan nilai baku mutu air yang diperoleh dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001. Nilai baku mutu yang diambil adalah yang berada pada kelas 3 yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan untuk mengairi pertanian. Ini diakibatkan karena banyaknya area tambak di sekitar PLTU. Berdasarkan hasil pemodelan, berikut ini merupakan konsentrasi TSS setelah pengerukan di titik-titik pengamatan apabila dibandingkan dengan nilai baku mutu air yang ditunjukkan oleh tabel 4.20.

Tabel 4.20. Identifikasi TSS Setelah Pengerukan dengan Nilai Baku Mutu Air

<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
Hasil Pemodelan	50	38,9	84,83
Baku Mutu	50	50	50

Berdasarkan hasil pemodelan tersebut dapat disimpulkan bahwa konsntrasi TSS di titik L1 dan L3 melebihi nilai baku mutu air atau tidak aman.

Untuk parameter yang lain, berikut ini merupakan hasil pemodelan COD setelah pengerukan di titik-titik pengamatan apabila dibandingkan dengan nilai baku mutu air yang ditunjukkan oleh tabel 4.21.

Tabel 4.21. Identifikasi COD Setelah Pengerukan dengan Nilai Baku Mutu Air

<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
Data Pengamatan	87,08	84,93	86,65
Hasil Pemodelan	51,48	18,08	123,27

Berdasarkan hasil pemodelan tersebut dapat disimpulkan bahwa konsntrasi COD di titik L1 dan L3 melebihi nilai baku mutu air atau tidak aman.

Berdasarkan hasil pemodelan, `berikut ini merupakan hasil BOD setelah pengerukan di titik-titik pengamatan apabila dibandingkan dengan nilai baku mutu air yang ditunjukkan oleh tabel 4.22.

Tabel 4.22. Identifikasi BOD Setelah Pengerukan dengan Nilai Baku Mutu Air

<i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>	KONSETRASI (mg/L)		
	L1	L2	L3
Data Pengamatan	1,50	1,40	1,50
Hasil Pemodelan	0,88	0,20	1,80

Berdasarkan hasil pemodelan tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi BOD di semua titik pengamatan adalah di bawah nilai baku mutu air.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut,

1. Persebaran parameter kualitas air sebelum pengerukan dapat dijelaskan sebagai berikut,
 - a. Berdasarkan hasil pemodelan, konsentrasi TSS di titik L1 atau dekat *outlet* lebih besar dari konsentrasi di titik yang lain yaitu sebesar 19,84 mg/l.
 - b. Berdasarkan hasil pemodelan, konsentrasi COD di dekat *inlet* lebih besar dari titik-titik pengamatan yang lain, yaitu sebesar 55,31 mg/l.
 - c. Berdasarkan hasil pemodelan, konsentrasi BOD di dekat *inlet* lebih besar dari titik-titik pengamatan yang lain yaitu sebesar 1,29 mg/l.
2. Persebaran parameter kualitas air setelah pengerukan dapat dijelaskan sebagai berikut,
 - a. Berdasarkan hasil pemodelan, konsentrasi TSS di titik L3 atau dekat di area pengerukan jauh lebih besar dari konsentrasi di titik yang lain yaitu sebesar 84,83 mg/l.
 - b. Berdasarkan hasil pemodelan, konsentrasi COD di dekat *inlet* lebih besar dari titik-titik pengamatan yang lain, yaitu sebesar 123,27 mg/l.
 - c. Berdasarkan hasil pemodelan, konsentrasi BOD di dekat *inlet* lebih besar dari titik-titik pengamatan yang lain yaitu sebesar 1,80 mg/l, akan tetapi tidak terlalu jauh konsentrasinya dengan titik pengamatan yang lain.

3. Berdasarkan hasil pemodelan persebaran parameter kualitas air setelah pengerukan, maka dapat diidentifikasi dengan nilai baku mutu air sebagai berikut,
 - a. Konsentrasi TSS di titik L1 dan L2 dinyatakan aman, akan tetapi konsentrasi di titik L3 atau di dekat area pengerukan memiliki konsentrasi yang sangat tinggi dan di atas nilai baku mutu air.
 - b. Berdasarkan hasil pemodelan setelah pengerukan, konsentrasi COD di titik L1 dan L3 atau di area *outlet* dan *inlet* dinyatakan melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan.
 - c. Berdasarkan hasil pemodelan setelah pengerukan, konsentrasi BOD di semua titik pengamatan dinyatakan kurang dari nilai baku mutu yang ditetapkan atau dinyatakan aman.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya terkait penelitian yang sama, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut,

1. Pemodelan dilakukan dengan waktu yang lebih panjang, agar didapat kestabilan pemodelan kualitas air.
2. Melakukan pemodelan dengan parameter kualitas air yang lain.
3. Melakukan pemodelan dengan tambahan fungsi gelombang melalui modul Delft 3D WAVE.
4. Melakukan pemodelan persebaran parameter kualitas air beserta dengan cara mengatasi apabila terdapat parameter kualitas air yang konsentrasinya berada di atas nilai baku mutu air.

DAFTAR PUSTAKA

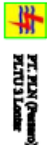
- Adlin, Ilham. 2017. *Analisa Pemilihan Metode Pengerukan di Area Tertutup Canal Water Intake PLTU Banten 3 Lontar*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- Adriati, dkk. 2013. *Analisis Sedimentasi dan Alternatif Penanganannya di Pelabuhan Selat Baru Bengkalis*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KONTEKS 7) : 24-26.
- Alfaris, Lulut. 2015. *Dampak Parameter Kualitas Air di Sungai dan Muara Kali Porong Terhadap Ekosistem*. Tesis Program Magister Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- Anggraini, Gita. 2014. *Analisa Perubahan Kualitas Air Akibat Pembuangan Lumpur Sidoarjo pada Muara Kali Porong*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- Budiman, Arif. 2010. *Pemodelan Kualitas Air dengan Parameter BOD dan DO pada Sungai Ciliwung*. Jurnal Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Trisakti Vol. 5 No. 3 Juni. 2010, 97-106.
- Cahya, Ilham. 2018. *Studi Perpanjangan Jetty Akibat Penambahan Daya Terhadap Sedimentasi dan Persebaran Air Panas di PLTGU Grati (PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkit Perak-Grati)*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- CERC. 1984. *Shore Protection Manual Volume I*. US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- CERC. 1984. *Shore Protection Manual Volume II*. US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- Deltares. 2014. *Modul : Delft3D Functional Specifications*. Netherland : Deltares.
- Eisma, D. 2006. *Dredging In Coastal Water*. London : Taylor & Francis plc.

- Febritasari, Cindy. 2017. *Analisa Pengaruh Kegiatan Pengerukan di Area Unloading Jetty dan Canal Water Intake PLTU Lontar Terhadap Masyarakat dan Lingkungan*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- LPPM ITS. 2017. *Laporan Akhir Pengadaan Jasa Pendampingan Pengerukan Sedimentasi atau Dredging Coal Jetty dan Water Intake PLTU Lontar*.
- Luknanto, Djoko. 1992. *Angkutan Limbah*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik.
- Muslim, Supari dkk. 2008. *Teknik Pembangkit Tenaga Listrik Jilid 2*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- PLN. 2015. *Adendum ANDAL RKL-RPL PLTU Banten 3 Lontar*.
- Pond, S dan G. L. Pickard. 1983. *Introductory dynamical Oceanography*. Second Edition. Pergamon Press. New York.
- Pratama, Dias Titis Budi. 2017. *Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai Untuk Menanggulangi Masalah Erosi di Pantai Lontar, Kota Tangerang*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- Presiden Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Surinati, D. 2007. *Pasang Surut dan Energinya*. Oseana, Vol. 32 No. 1, Tahun 2007 : 15-22 (ISSN: 0216-1877).
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Widyastuti, dkk. 2015. *Peramalan Pasang Surut Air Laut di Pulau Jawa Menggunakan Model Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR)*. Jurnal Gaussian, Volume 5, Nomor 4, Tahun 2015, Halaman 623-632.
- Wisha, Ulung Jantama, dkk. 2015. *Hidrodinamika Perairan Teluk Banten Pada Musim Peralihan*. Jurnal Ilmu Kelautan Juni 2015 Vol. 20(2) : 101-112 (ISSN 0853-7291)

LAMPIRAN A

PETA BATIMETRI PLTU BANTEN 3 LONTAR

NOVEMBER 2015



KONSULTAN

KONSULTAN BANTEN



KONSULTAN

TTD

DOKUMEN
JERIS GAMBAR :

DAFTAR GAMBAR

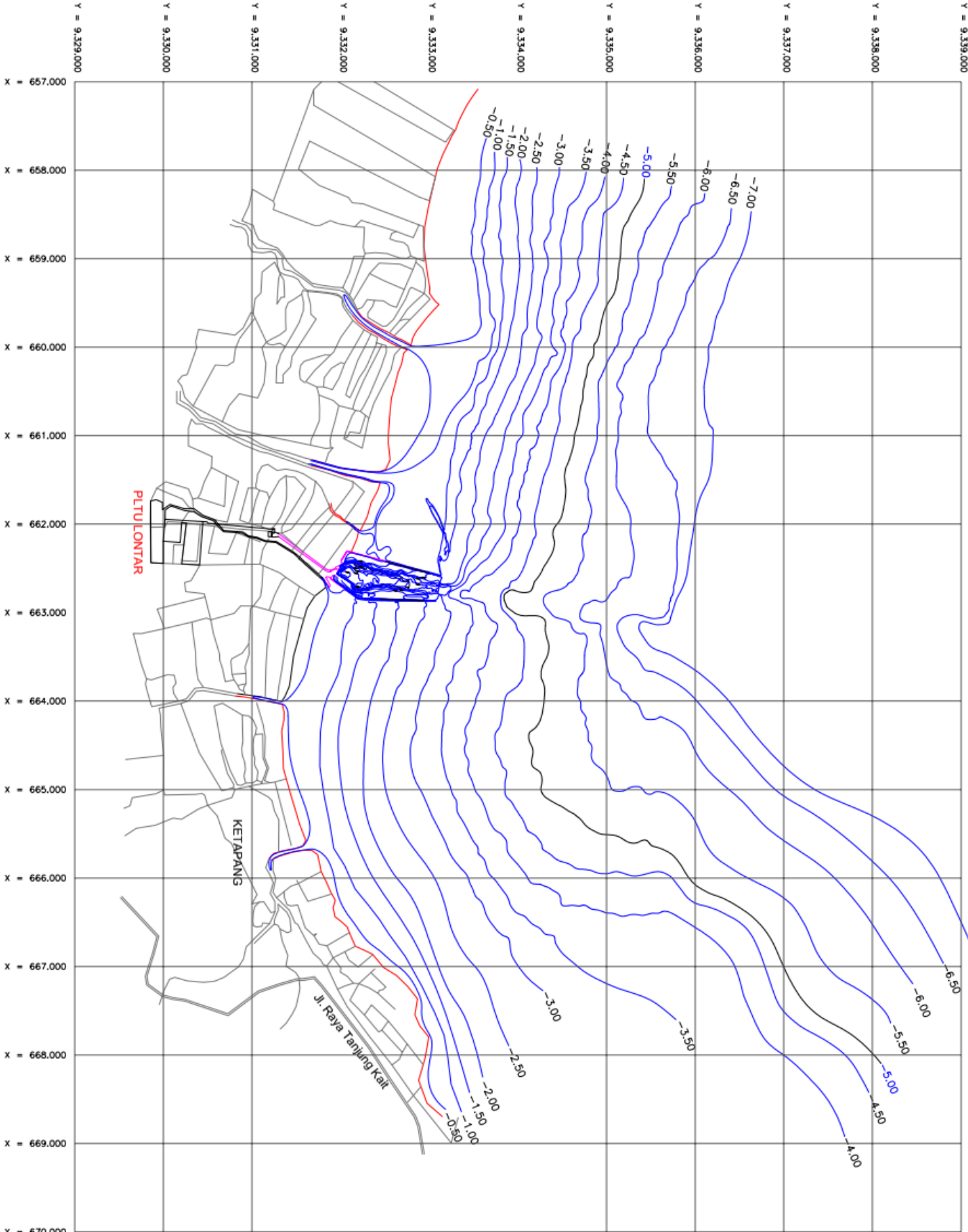
SKALA : TANGGAL :

NTS

LEMBAR : PENGANTAR :

01

20



LAMPIRAN B

PERHITUNGAN ERROR PASANG SURUT SEBELUM Pengerukan

13-27 NOVEMBER 2015

PERHITUNGAN ERROR PASANG SURUT SEBELUM Pengerukan

WAKTU	ELEVASI		ERROR		
	DATA	DELFT	(A)	(B)	(C)
13/11/2015 0:00	1,78	1,78	0,0000	0,0000	0,0000
13/11/2015 1:00	1,75	1,67	0,0776	0,0443	0,0001
13/11/2015 2:00	1,82	1,66	0,1643	0,0903	0,0003
13/11/2015 3:00	1,87	1,86	0,0092	0,0049	0,0000
13/11/2015 4:00	1,99	2,16	0,1722	0,0865	0,0002
13/11/2015 5:00	2,11	2,17	0,0644	0,0305	0,0001
13/11/2015 6:00	2,32	2,32	0,0047	0,0020	0,0000
13/11/2015 7:00	2,39	2,33	0,0579	0,0242	0,0001
13/11/2015 8:00	2,48	2,40	0,0761	0,0307	0,0001
13/11/2015 9:00	2,50	2,42	0,0759	0,0304	0,0001
13/11/2015 10:00	2,60	2,54	0,0571	0,0220	0,0001
13/11/2015 11:00	2,56	2,53	0,0309	0,0121	0,0000
13/11/2015 12:00	2,52	2,52	0,0046	0,0018	0,0000
13/11/2015 13:00	2,43	2,47	0,0412	0,0170	0,0000
13/11/2015 14:00	2,30	2,36	0,0624	0,0271	0,0001
13/11/2015 15:00	2,21	2,25	0,0420	0,0190	0,0001
13/11/2015 16:00	2,10	2,10	0,0021	0,0010	0,0000
13/11/2015 17:00	2,05	2,03	0,0219	0,0107	0,0000
13/11/2015 18:00	1,97	1,93	0,0356	0,0181	0,0001
13/11/2015 19:00	1,95	1,94	0,0134	0,0069	0,0000
13/11/2015 20:00	1,93	1,95	0,0230	0,0119	0,0000
13/11/2015 21:00	1,98	2,01	0,0340	0,0172	0,0000
13/11/2015 22:00	1,96	1,96	0,0025	0,0013	0,0000
13/11/2015 23:00	1,98	1,96	0,0156	0,0079	0,0000
14/11/2015 0:00	1,94	1,91	0,0254	0,0131	0,0000
14/11/2015 1:00	1,92	1,91	0,0102	0,0053	0,0000
14/11/2015 2:00	1,99	2,01	0,0244	0,0123	0,0000
14/11/2015 3:00	2,04	2,07	0,0257	0,0126	0,0000
14/11/2015 4:00	2,16	2,17	0,0111	0,0051	0,0000
14/11/2015 5:00	2,28	2,27	0,0066	0,0029	0,0000
14/11/2015 6:00	2,39	2,37	0,0175	0,0073	0,0000
14/11/2015 7:00	2,46	2,44	0,0245	0,0100	0,0000
14/11/2015 8:00	2,55	2,53	0,0220	0,0086	0,0000
14/11/2015 9:00	2,62	2,60	0,0171	0,0065	0,0000
14/11/2015 10:00	2,70	2,69	0,0078	0,0029	0,0000
14/11/2015 11:00	2,64	2,63	0,0068	0,0026	0,0000
14/11/2015 12:00	2,60	2,60	0,0016	0,0006	0,0000

14/11/2015 13:00	2,54	2,54	0,0021	0,0008	0,0000
14/11/2015 14:00	2,45	2,45	0,0032	0,0013	0,0000
14/11/2015 15:00	2,35	2,35	0,0029	0,0012	0,0000
14/11/2015 16:00	2,23	2,23	0,0000	0,0000	0,0000
14/11/2015 17:00	2,14	2,14	0,0014	0,0007	0,0000
14/11/2015 18:00	2,05	2,05	0,0030	0,0015	0,0000
14/11/2015 19:00	2,00	2,00	0,0007	0,0003	0,0000
14/11/2015 20:00	1,98	1,98	0,0050	0,0025	0,0000
14/11/2015 21:00	2,04	2,05	0,0099	0,0048	0,0000
14/11/2015 22:00	2,00	2,00	0,0040	0,0020	0,0000
14/11/2015 23:00	1,99	1,98	0,0080	0,0040	0,0000
15/11/2015 0:00	1,98	1,97	0,0075	0,0038	0,0000
15/11/2015 1:00	1,94	1,94	0,0016	0,0008	0,0000
15/11/2015 2:00	2,03	2,05	0,0159	0,0078	0,0000
15/11/2015 3:00	2,07	2,08	0,0094	0,0045	0,0000
15/11/2015 4:00	2,13	2,13	0,0012	0,0005	0,0000
15/11/2015 5:00	2,24	2,23	0,0062	0,0028	0,0000
15/11/2015 6:00	2,33	2,32	0,0106	0,0045	0,0000
15/11/2015 7:00	2,41	2,40	0,0099	0,0041	0,0000
15/11/2015 8:00	2,53	2,52	0,0052	0,0020	0,0000
15/11/2015 9:00	2,58	2,57	0,0064	0,0025	0,0000
15/11/2015 10:00	2,67	2,67	0,0001	0,0000	0,0000
15/11/2015 11:00	2,67	2,67	0,0006	0,0002	0,0000
15/11/2015 12:00	2,56	2,55	0,0073	0,0029	0,0000
15/11/2015 13:00	2,48	2,47	0,0091	0,0037	0,0000
15/11/2015 14:00	2,39	2,38	0,0097	0,0041	0,0000
15/11/2015 15:00	2,28	2,27	0,0082	0,0036	0,0000
15/11/2015 16:00	2,18	2,18	0,0023	0,0011	0,0000
15/11/2015 17:00	2,10	2,10	0,0050	0,0024	0,0000
15/11/2015 18:00	2,03	2,04	0,0074	0,0036	0,0000
15/11/2015 19:00	2,00	2,01	0,0060	0,0030	0,0000
15/11/2015 20:00	1,99	1,99	0,0008	0,0004	0,0000
15/11/2015 21:00	1,98	1,97	0,0058	0,0029	0,0000
15/11/2015 22:00	1,97	1,96	0,0065	0,0033	0,0000
15/11/2015 23:00	1,95	1,95	0,0024	0,0012	0,0000
16/11/2015 0:00	1,94	1,94	0,0039	0,0020	0,0000
16/11/2015 1:00	1,95	1,96	0,0062	0,0032	0,0000
16/11/2015 2:00	1,97	1,97	0,0029	0,0015	0,0000
16/11/2015 3:00	2,00	2,00	0,0022	0,0011	0,0000
16/11/2015 4:00	2,12	2,12	0,0012	0,0006	0,0000
16/11/2015 5:00	2,23	2,12	0,1066	0,0478	0,0001
16/11/2015 6:00	2,32	2,33	0,0063	0,0027	0,0000
16/11/2015 7:00	2,40	2,40	0,0022	0,0009	0,0000

16/11/2015 8:00	2,54	2,54	0,0038	0,0015	0,0000
16/11/2015 9:00	2,59	2,59	0,0002	0,0001	0,0000
16/11/2015 10:00	2,64	2,64	0,0033	0,0013	0,0000
16/11/2015 11:00	2,69	2,68	0,0070	0,0026	0,0000
16/11/2015 12:00	2,64	2,63	0,0127	0,0048	0,0000
16/11/2015 13:00	2,58	2,57	0,0137	0,0053	0,0000
16/11/2015 14:00	2,50	2,49	0,0149	0,0060	0,0000
16/11/2015 15:00	2,44	2,43	0,0117	0,0048	0,0000
16/11/2015 16:00	2,33	2,32	0,0081	0,0035	0,0000
16/11/2015 17:00	2,25	2,25	0,0030	0,0013	0,0000
16/11/2015 18:00	2,19	2,20	0,0118	0,0054	0,0000
16/11/2015 19:00	2,09	2,10	0,0080	0,0038	0,0000
16/11/2015 20:00	2,01	2,01	0,0025	0,0012	0,0000
16/11/2015 21:00	1,99	1,99	0,0025	0,0013	0,0000
16/11/2015 22:00	1,98	1,98	0,0032	0,0016	0,0000
16/11/2015 23:00	1,97	1,97	0,0016	0,0008	0,0000
17/11/2015 0:00	1,95	1,95	0,0002	0,0001	0,0000
17/11/2015 1:00	1,93	1,93	0,0026	0,0013	0,0000
17/11/2015 2:00	1,95	1,95	0,0027	0,0014	0,0000
17/11/2015 3:00	1,98	1,98	0,0027	0,0014	0,0000
17/11/2015 4:00	2,10	2,11	0,0063	0,0030	0,0000
17/11/2015 5:00	2,20	2,20	0,0002	0,0001	0,0000
17/11/2015 6:00	2,29	2,29	0,0033	0,0014	0,0000
17/11/2015 7:00	2,34	2,33	0,0101	0,0043	0,0000
17/11/2015 8:00	2,41	2,40	0,0114	0,0047	0,0000
17/11/2015 9:00	2,52	2,52	0,0043	0,0017	0,0000
17/11/2015 10:00	2,57	2,57	0,0030	0,0012	0,0000
17/11/2015 11:00	2,36	2,52	0,1642	0,0696	0,0002
17/11/2015 12:00	2,50	2,49	0,0052	0,0021	0,0000
17/11/2015 13:00	2,42	2,41	0,0065	0,0027	0,0000
17/11/2015 14:00	2,39	2,39	0,0030	0,0012	0,0000
17/11/2015 15:00	2,29	2,29	0,0028	0,0012	0,0000
17/11/2015 16:00	2,24	2,24	0,0020	0,0009	0,0000
17/11/2015 17:00	2,19	2,19	0,0042	0,0019	0,0000
17/11/2015 18:00	2,09	2,09	0,0002	0,0001	0,0000
17/11/2015 19:00	2,04	2,04	0,0016	0,0008	0,0000
17/11/2015 20:00	1,98	1,98	0,0015	0,0008	0,0000
17/11/2015 21:00	1,96	1,96	0,0022	0,0011	0,0000
17/11/2015 22:00	1,94	1,94	0,0023	0,0012	0,0000
17/11/2015 23:00	1,93	1,93	0,0018	0,0010	0,0000
18/11/2015 0:00	1,92	1,92	0,0003	0,0001	0,0000
18/11/2015 1:00	1,90	1,90	0,0037	0,0020	0,0000
18/11/2015 2:00	1,91	1,91	0,0015	0,0008	0,0000

18/11/2015 3:00	1,93	1,93	0,0030	0,0016	0,0000
18/11/2015 4:00	1,97	1,98	0,0053	0,0027	0,0000
18/11/2015 5:00	2,00	2,00	0,0006	0,0003	0,0000
18/11/2015 6:00	2,15	2,15	0,0050	0,0023	0,0000
18/11/2015 7:00	2,24	2,24	0,0002	0,0001	0,0000
18/11/2015 8:00	2,30	2,29	0,0056	0,0024	0,0000
18/11/2015 9:00	2,43	2,43	0,0037	0,0015	0,0000
18/11/2015 10:00	2,52	2,52	0,0040	0,0016	0,0000
18/11/2015 11:00	2,55	2,54	0,0072	0,0028	0,0000
18/11/2015 12:00	2,60	2,60	0,0042	0,0016	0,0000
18/11/2015 13:00	2,56	2,55	0,0087	0,0034	0,0000
18/11/2015 14:00	2,51	2,50	0,0095	0,0038	0,0000
18/11/2015 15:00	2,44	2,43	0,0104	0,0043	0,0000
18/11/2015 16:00	2,40	2,40	0,0035	0,0015	0,0000
18/11/2015 17:00	2,38	2,38	0,0028	0,0012	0,0000
18/11/2015 18:00	2,27	2,27	0,0021	0,0009	0,0000
18/11/2015 19:00	2,18	2,18	0,0041	0,0019	0,0000
18/11/2015 20:00	2,14	2,14	0,0045	0,0021	0,0000
18/11/2015 21:00	2,13	2,13	0,0039	0,0018	0,0000
18/11/2015 22:00	2,09	2,09	0,0005	0,0002	0,0000
18/11/2015 23:00	2,03	2,02	0,0074	0,0037	0,0000
19/11/2015 0:00	2,00	2,00	0,0041	0,0020	0,0000
19/11/2015 1:00	1,98	1,98	0,0023	0,0012	0,0000
19/11/2015 2:00	2,07	2,08	0,0142	0,0068	0,0000
19/11/2015 3:00	2,11	2,12	0,0095	0,0045	0,0000
19/11/2015 4:00	2,15	2,15	0,0015	0,0007	0,0000
19/11/2015 5:00	2,18	2,17	0,0114	0,0052	0,0000
19/11/2015 6:00	2,29	2,28	0,0082	0,0036	0,0000
19/11/2015 7:00	2,39	2,39	0,0035	0,0015	0,0000
19/11/2015 8:00	2,47	2,47	0,0006	0,0002	0,0000
19/11/2015 9:00	2,52	2,52	0,0027	0,0011	0,0000
19/11/2015 10:00	2,54	2,54	0,0021	0,0008	0,0000
19/11/2015 11:00	2,56	2,56	0,0007	0,0003	0,0000
19/11/2015 12:00	2,50	2,49	0,0063	0,0025	0,0000
19/11/2015 13:00	2,47	2,46	0,0068	0,0028	0,0000
19/11/2015 14:00	2,45	2,44	0,0067	0,0028	0,0000
19/11/2015 15:00	2,40	2,39	0,0075	0,0031	0,0000
19/11/2015 16:00	2,37	2,37	0,0026	0,0011	0,0000
19/11/2015 17:00	2,36	2,36	0,0045	0,0019	0,0000
19/11/2015 18:00	2,25	2,25	0,0002	0,0001	0,0000
19/11/2015 19:00	2,26	2,27	0,0071	0,0032	0,0000
19/11/2015 20:00	2,15	2,15	0,0004	0,0002	0,0000
19/11/2015 21:00	2,11	2,11	0,0002	0,0001	0,0000

19/11/2015 22:00	2,07	2,07	0,0011	0,0005	0,0000
19/11/2015 23:00	2,04	2,04	0,0011	0,0005	0,0000
20/11/2015 0:00	1,98	1,98	0,0006	0,0003	0,0000
20/11/2015 1:00	1,96	1,96	0,0029	0,0015	0,0000
20/11/2015 2:00	2,04	2,05	0,0105	0,0052	0,0000
20/11/2015 3:00	2,08	2,08	0,0043	0,0021	0,0000
20/11/2015 4:00	2,15	2,15	0,0008	0,0004	0,0000
20/11/2015 5:00	2,24	2,24	0,0047	0,0021	0,0000
20/11/2015 6:00	2,32	2,31	0,0073	0,0031	0,0000
20/11/2015 7:00	2,39	2,38	0,0072	0,0030	0,0000
20/11/2015 8:00	2,47	2,47	0,0041	0,0017	0,0000
20/11/2015 9:00	2,55	2,55	0,0008	0,0003	0,0000
20/11/2015 10:00	2,57	2,57	0,0007	0,0003	0,0000
20/11/2015 11:00	2,52	2,52	0,0040	0,0016	0,0000
20/11/2015 12:00	2,48	2,48	0,0050	0,0020	0,0000
20/11/2015 13:00	2,48	2,48	0,0033	0,0013	0,0000
20/11/2015 14:00	2,45	2,45	0,0027	0,0011	0,0000
20/11/2015 15:00	2,41	2,41	0,0015	0,0006	0,0000
20/11/2015 16:00	2,38	2,38	0,0015	0,0006	0,0000
20/11/2015 17:00	2,28	2,28	0,0030	0,0013	0,0000
20/11/2015 18:00	2,26	2,26	0,0017	0,0008	0,0000
20/11/2015 19:00	2,24	2,25	0,0055	0,0024	0,0000
20/11/2015 20:00	2,22	2,23	0,0051	0,0023	0,0000
20/11/2015 21:00	2,18	2,18	0,0009	0,0004	0,0000
20/11/2015 22:00	2,14	2,14	0,0041	0,0019	0,0000
20/11/2015 23:00	2,15	2,15	0,0021	0,0010	0,0000
21/11/2015 0:00	2,08	2,07	0,0051	0,0025	0,0000
21/11/2015 1:00	2,08	2,08	0,0021	0,0010	0,0000
21/11/2015 2:00	2,07	2,07	0,0046	0,0022	0,0000
21/11/2015 3:00	2,10	2,11	0,0082	0,0039	0,0000
21/11/2015 4:00	2,15	2,16	0,0051	0,0024	0,0000
21/11/2015 5:00	2,25	2,25	0,0027	0,0012	0,0000
21/11/2015 6:00	2,34	2,34	0,0004	0,0002	0,0000
21/11/2015 7:00	2,42	2,41	0,0057	0,0024	0,0000
21/11/2015 8:00	2,48	2,47	0,0090	0,0036	0,0000
21/11/2015 9:00	2,54	2,53	0,0088	0,0035	0,0000
21/11/2015 10:00	2,50	2,49	0,0127	0,0051	0,0000
21/11/2015 11:00	2,46	2,45	0,0128	0,0052	0,0000
21/11/2015 12:00	2,42	2,41	0,0084	0,0035	0,0000
21/11/2015 13:00	2,38	2,38	0,0019	0,0008	0,0000
21/11/2015 14:00	2,38	2,39	0,0086	0,0036	0,0000
21/11/2015 15:00	2,36	2,37	0,0127	0,0054	0,0000
21/11/2015 16:00	2,30	2,31	0,0080	0,0035	0,0000

21/11/2015 17:00	2,27	2,27	0,0026	0,0011	0,0000
21/11/2015 18:00	2,24	2,24	0,0045	0,0020	0,0000
21/11/2015 19:00	2,20	2,19	0,0093	0,0042	0,0000
21/11/2015 20:00	2,18	2,17	0,0068	0,0031	0,0000
21/11/2015 21:00	2,14	2,14	0,0026	0,0012	0,0000
21/11/2015 22:00	2,11	2,12	0,0051	0,0024	0,0000
21/11/2015 23:00	2,00	2,00	0,0024	0,0012	0,0000
22/11/2015 0:00	2,09	2,10	0,0143	0,0068	0,0000
22/11/2015 1:00	2,08	2,08	0,0022	0,0011	0,0000
22/11/2015 2:00	2,07	2,06	0,0068	0,0033	0,0000
22/11/2015 3:00	2,10	2,09	0,0085	0,0040	0,0000
22/11/2015 4:00	2,11	2,10	0,0074	0,0035	0,0000
22/11/2015 5:00	2,30	2,32	0,0151	0,0065	0,0000
22/11/2015 6:00	2,40	2,41	0,0148	0,0062	0,0000
22/11/2015 7:00	2,49	2,50	0,0111	0,0045	0,0000
22/11/2015 8:00	2,52	2,53	0,0052	0,0020	0,0000
22/11/2015 9:00	2,55	2,54	0,0062	0,0024	0,0000
22/11/2015 10:00	2,57	2,55	0,0158	0,0061	0,0000
22/11/2015 11:00	2,63	2,61	0,0162	0,0062	0,0000
22/11/2015 12:00	2,55	2,53	0,0218	0,0086	0,0000
22/11/2015 13:00	2,44	2,42	0,0229	0,0094	0,0000
22/11/2015 14:00	2,36	2,34	0,0181	0,0077	0,0000
22/11/2015 15:00	2,28	2,28	0,0028	0,0012	0,0000
22/11/2015 16:00	2,25	2,27	0,0172	0,0076	0,0000
22/11/2015 17:00	2,23	2,25	0,0241	0,0108	0,0000
22/11/2015 18:00	2,22	2,24	0,0186	0,0084	0,0000
22/11/2015 19:00	2,23	2,23	0,0035	0,0016	0,0000
22/11/2015 20:00	2,24	2,23	0,0130	0,0058	0,0000
22/11/2015 21:00	2,22	2,20	0,0222	0,0100	0,0000
22/11/2015 22:00	2,21	2,19	0,0201	0,0091	0,0000
22/11/2015 23:00	2,20	2,19	0,0077	0,0035	0,0000
23/11/2015 0:00	2,19	2,20	0,0116	0,0053	0,0000
23/11/2015 1:00	2,17	2,19	0,0218	0,0100	0,0000
23/11/2015 2:00	2,16	2,17	0,0146	0,0067	0,0000
23/11/2015 3:00	2,20	2,20	0,0048	0,0022	0,0000
23/11/2015 4:00	2,28	2,28	0,0042	0,0018	0,0000
23/11/2015 5:00	2,39	2,38	0,0088	0,0037	0,0000
23/11/2015 6:00	2,49	2,48	0,0092	0,0037	0,0000
23/11/2015 7:00	2,56	2,55	0,0086	0,0034	0,0000
23/11/2015 8:00	2,57	2,56	0,0107	0,0042	0,0000
23/11/2015 9:00	2,58	2,57	0,0092	0,0036	0,0000
23/11/2015 10:00	2,56	2,55	0,0072	0,0028	0,0000
23/11/2015 11:00	2,53	2,53	0,0036	0,0014	0,0000

23/11/2015 12:00	2,49	2,49	0,0006	0,0002	0,0000
23/11/2015 13:00	2,44	2,44	0,0025	0,0010	0,0000
23/11/2015 14:00	2,33	2,33	0,0008	0,0004	0,0000
23/11/2015 15:00	2,24	2,24	0,0004	0,0002	0,0000
23/11/2015 16:00	2,17	2,17	0,0003	0,0001	0,0000
23/11/2015 17:00	2,15	2,15	0,0037	0,0017	0,0000
23/11/2015 18:00	2,12	2,12	0,0028	0,0013	0,0000
23/11/2015 19:00	2,10	2,10	0,0013	0,0006	0,0000
23/11/2015 20:00	2,09	2,09	0,0003	0,0001	0,0000
23/11/2015 21:00	2,07	2,07	0,0039	0,0019	0,0000
23/11/2015 22:00	2,06	2,06	0,0029	0,0014	0,0000
23/11/2015 23:00	2,04	2,03	0,0114	0,0056	0,0000
24/11/2015 0:00	2,00	2,00	0,0022	0,0011	0,0000
24/11/2015 1:00	2,20	2,22	0,0218	0,0099	0,0000
24/11/2015 2:00	2,35	2,37	0,0180	0,0077	0,0000
24/11/2015 3:00	2,44	2,45	0,0074	0,0030	0,0000
24/11/2015 4:00	2,48	2,47	0,0085	0,0034	0,0000
24/11/2015 5:00	2,53	2,51	0,0194	0,0077	0,0000
24/11/2015 6:00	2,61	2,59	0,0237	0,0091	0,0000
24/11/2015 7:00	2,65	2,62	0,0251	0,0095	0,0000
24/11/2015 8:00	2,72	2,70	0,0208	0,0077	0,0000
24/11/2015 9:00	2,80	2,78	0,0166	0,0059	0,0000
24/11/2015 10:00	2,69	2,67	0,0198	0,0073	0,0000
24/11/2015 11:00	2,67	2,66	0,0101	0,0038	0,0000
24/11/2015 12:00	2,60	2,60	0,0019	0,0007	0,0000
24/11/2015 13:00	2,50	2,50	0,0040	0,0016	0,0000
24/11/2015 14:00	2,40	2,41	0,0076	0,0031	0,0000
24/11/2015 15:00	2,30	2,31	0,0120	0,0052	0,0000
24/11/2015 16:00	2,19	2,20	0,0092	0,0042	0,0000
24/11/2015 17:00	2,05	2,05	0,0036	0,0018	0,0000
24/11/2015 18:00	2,04	2,04	0,0004	0,0002	0,0000
24/11/2015 19:00	2,03	2,03	0,0003	0,0001	0,0000
24/11/2015 20:00	2,02	2,02	0,0011	0,0006	0,0000
24/11/2015 21:00	2,02	2,02	0,0026	0,0013	0,0000
24/11/2015 22:00	1,99	1,99	0,0031	0,0016	0,0000
24/11/2015 23:00	1,98	1,98	0,0015	0,0008	0,0000
25/11/2015 0:00	1,97	1,97	0,0004	0,0002	0,0000
25/11/2015 1:00	2,03	2,04	0,0091	0,0045	0,0000
25/11/2015 2:00	2,10	2,11	0,0091	0,0043	0,0000
25/11/2015 3:00	2,20	2,20	0,0041	0,0019	0,0000
25/11/2015 4:00	2,27	2,27	0,0034	0,0015	0,0000
25/11/2015 5:00	2,38	2,37	0,0072	0,0030	0,0000
25/11/2015 6:00	2,50	2,49	0,0091	0,0036	0,0000

25/11/2015 7:00	2,61	2,60	0,0072	0,0028	0,0000
25/11/2015 8:00	2,65	2,64	0,0077	0,0029	0,0000
25/11/2015 9:00	2,72	2,71	0,0054	0,0020	0,0000
25/11/2015 10:00	2,78	2,78	0,0039	0,0014	0,0000
25/11/2015 11:00	2,70	2,69	0,0091	0,0034	0,0000
25/11/2015 12:00	2,63	2,62	0,0086	0,0033	0,0000
25/11/2015 13:00	2,52	2,51	0,0080	0,0032	0,0000
25/11/2015 14:00	2,42	2,41	0,0071	0,0029	0,0000
25/11/2015 15:00	2,32	2,32	0,0044	0,0019	0,0000
25/11/2015 16:00	2,22	2,22	0,0031	0,0014	0,0000
25/11/2015 17:00	2,10	2,11	0,0068	0,0032	0,0000
25/11/2015 18:00	2,06	2,07	0,0099	0,0048	0,0000
25/11/2015 19:00	2,03	2,04	0,0059	0,0029	0,0000
25/11/2015 20:00	2,02	2,02	0,0019	0,0009	0,0000
25/11/2015 21:00	2,00	1,99	0,0086	0,0043	0,0000
25/11/2015 22:00	1,99	1,98	0,0072	0,0036	0,0000
25/11/2015 23:00	1,96	1,96	0,0020	0,0010	0,0000
26/11/2015 0:00	1,97	1,98	0,0107	0,0054	0,0000
26/11/2015 1:00	2,01	2,02	0,0125	0,0062	0,0000
26/11/2015 2:00	2,06	2,06	0,0047	0,0023	0,0000
26/11/2015 3:00	2,18	2,18	0,0003	0,0001	0,0000
26/11/2015 4:00	2,24	2,23	0,0108	0,0048	0,0000
26/11/2015 5:00	2,33	2,32	0,0122	0,0052	0,0000
26/11/2015 6:00	2,55	2,55	0,0005	0,0002	0,0000
26/11/2015 7:00	2,68	2,68	0,0005	0,0002	0,0000
26/11/2015 8:00	2,79	2,79	0,0030	0,0011	0,0000
26/11/2015 9:00	2,80	2,80	0,0009	0,0003	0,0000
26/11/2015 10:00	2,82	2,82	0,0032	0,0011	0,0000
26/11/2015 11:00	2,72	2,72	0,0027	0,0010	0,0000
26/11/2015 12:00	2,63	2,62	0,0074	0,0028	0,0000
26/11/2015 13:00	2,53	2,52	0,0124	0,0049	0,0000
26/11/2015 14:00	2,40	2,39	0,0139	0,0058	0,0000
26/11/2015 15:00	2,22	2,20	0,0159	0,0072	0,0000
26/11/2015 16:00	2,08	2,08	0,0049	0,0024	0,0000
26/11/2015 17:00	2,04	2,06	0,0203	0,0099	0,0000
26/11/2015 18:00	1,99	2,01	0,0201	0,0101	0,0000
26/11/2015 19:00	1,96	1,97	0,0068	0,0035	0,0000
26/11/2015 20:00	1,94	1,93	0,0109	0,0056	0,0000
26/11/2015 21:00	1,93	1,91	0,0194	0,0101	0,0000
26/11/2015 22:00	1,92	1,91	0,0064	0,0034	0,0000
26/11/2015 23:00	1,90	1,91	0,0127	0,0067	0,0000
27/11/2015 0:00	1,94	1,96	0,0213	0,0110	0,0000
27/11/2015 1:00	1,97	1,98	0,0055	0,0028	0,0000

27/11/2015 2:00	2,02	2,01	0,0078	0,0039	0,0000
27/11/2015 3:00	2,05	2,03	0,0193	0,0094	0,0000
27/11/2015 4:00	2,26	2,26	0,0028	0,0012	0,0000
27/11/2015 5:00	2,40	2,41	0,0091	0,0038	0,0000
27/11/2015 6:00	2,45	2,46	0,0098	0,0040	0,0000
27/11/2015 7:00	2,57	2,58	0,0144	0,0056	0,0000
27/11/2015 8:00	2,73	2,74	0,0135	0,0049	0,0000
27/11/2015 9:00	2,78	2,79	0,0051	0,0018	0,0000
27/11/2015 10:00	2,83	2,83	0,0014	0,0005	0,0000
27/11/2015 11:00	2,76	2,75	0,0054	0,0019	0,0000
27/11/2015 12:00	2,66	2,65	0,0122	0,0046	0,0000
27/11/2015 13:00	2,56	2,54	0,0200	0,0078	0,0000
27/11/2015 14:00	2,47	2,44	0,0257	0,0104	0,0000
27/11/2015 15:00	1,99	1,95	0,0396	0,0199	0,0001
27/11/2015 16:00	1,97	1,98	0,0136	0,0069	0,0000
27/11/2015 17:00	1,96	2,00	0,0408	0,0208	0,0001
27/11/2015 18:00	1,94	1,97	0,0348	0,0179	0,0000
27/11/2015 19:00	1,93	1,92	0,0084	0,0043	0,0000
27/11/2015 20:00	1,92	1,88	0,0353	0,0184	0,0001
27/11/2015 21:00	1,91	1,87	0,0448	0,0235	0,0001
27/11/2015 22:00	1,90	1,92	0,0214	0,0112	0,0000
27/11/2015 23:00	1,89	1,93	0,0425	0,0225	0,0001
TOTAL			3,9176	1,7777	0,0049

KETERANGAN	
(A)	= DATA-DELFT
(B)	= (DATA-DELFT)/DATA
(C)	= ((DATA-DELFT)/DATA)/JUMLAH DATA
JUMLAH DATA	= 360
ERROR	
0,0049	0,49%

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN ERROR PASANG SURUT SETELAH Pengerukan

4-18 APRIL 2017

PERHITUNGAN ERROR PASANG SURUT SETELAH Pengerukan

WAKTU	ELEVASI		ERROR		
	DATA	DELFT	(A)	(B)	(C)
04/03/2017 0:00	1,97	1,97	0,0000	0,0000	0,0000
04/03/2017 1:00	2,01	2,01	0,0034	0,0017	0,0000
04/03/2017 2:00	2,06	2,07	0,0058	0,0028	0,0000
04/03/2017 3:00	2,18	2,18	0,0010	0,0005	0,0000
04/03/2017 4:00	2,24	2,24	0,0003	0,0001	0,0000
04/03/2017 5:00	2,33	2,32	0,0073	0,0031	0,0000
04/03/2017 6:00	2,55	2,56	0,0084	0,0033	0,0000
04/03/2017 7:00	2,68	2,68	0,0017	0,0006	0,0000
04/03/2017 8:00	2,79	2,79	0,0009	0,0003	0,0000
04/03/2017 9:00	2,80	2,80	0,0007	0,0003	0,0000
04/03/2017 10:00	2,82	2,82	0,0008	0,0003	0,0000
04/03/2017 11:00	2,72	2,71	0,0059	0,0022	0,0000
04/03/2017 12:00	2,63	2,62	0,0097	0,0037	0,0000
04/03/2017 13:00	2,53	2,51	0,0173	0,0068	0,0000
04/03/2017 14:00	2,40	2,38	0,0187	0,0078	0,0000
04/03/2017 15:00	2,22	2,21	0,0145	0,0065	0,0000
04/03/2017 16:00	2,08	2,08	0,0006	0,0003	0,0000
04/03/2017 17:00	2,04	2,06	0,0238	0,0117	0,0000
04/03/2017 18:00	1,99	2,02	0,0268	0,0135	0,0000
04/03/2017 19:00	1,96	1,97	0,0084	0,0043	0,0000
04/03/2017 20:00	1,94	1,93	0,0123	0,0064	0,0000
04/03/2017 21:00	1,93	1,91	0,0164	0,0085	0,0000
04/03/2017 22:00	1,92	1,92	0,0040	0,0021	0,0000
04/03/2017 23:00	1,90	1,91	0,0116	0,0061	0,0000
05/03/2017 0:00	1,94	1,96	0,0198	0,0102	0,0000
05/03/2017 1:00	1,97	1,98	0,0071	0,0036	0,0000
05/03/2017 2:00	2,02	2,01	0,0075	0,0037	0,0000
05/03/2017 3:00	2,05	2,04	0,0150	0,0073	0,0000
05/03/2017 4:00	2,26	2,26	0,0023	0,0010	0,0000
05/03/2017 5:00	2,40	2,41	0,0100	0,0041	0,0000
05/03/2017 6:00	2,45	2,45	0,0038	0,0015	0,0000
05/03/2017 7:00	2,57	2,58	0,0112	0,0044	0,0000
05/03/2017 8:00	2,73	2,74	0,0114	0,0042	0,0000
05/03/2017 9:00	2,78	2,78	0,0010	0,0004	0,0000
05/03/2017 10:00	2,83	2,83	0,0031	0,0011	0,0000
05/03/2017 11:00	2,76	2,76	0,0034	0,0012	0,0000
05/03/2017 12:00	2,66	2,65	0,0058	0,0022	0,0000

05/03/2017 13:00	2,56	2,55	0,0107	0,0042	0,0000
05/03/2017 14:00	2,47	2,45	0,0176	0,0071	0,0000
05/03/2017 15:00	1,99	1,95	0,0362	0,0182	0,0001
05/03/2017 16:00	1,97	1,97	0,0001	0,0000	0,0000
05/03/2017 17:00	1,96	2,00	0,0380	0,0194	0,0001
05/03/2017 18:00	1,94	1,97	0,0338	0,0174	0,0000
05/03/2017 19:00	1,93	1,93	0,0013	0,0007	0,0000
05/03/2017 20:00	1,92	1,90	0,0154	0,0080	0,0000
05/03/2017 21:00	1,91	1,89	0,0169	0,0088	0,0000
05/03/2017 22:00	1,90	1,90	0,0016	0,0009	0,0000
05/03/2017 23:00	1,89	1,91	0,0222	0,0118	0,0000
06/03/2017 0:00	1,78	1,79	0,0105	0,0059	0,0000
06/03/2017 1:00	1,75	1,75	0,0034	0,0019	0,0000
06/03/2017 2:00	1,82	1,82	0,0030	0,0016	0,0000
06/03/2017 3:00	1,87	1,87	0,0003	0,0001	0,0000
06/03/2017 4:00	1,99	2,00	0,0098	0,0049	0,0000
06/03/2017 5:00	2,11	2,12	0,0075	0,0035	0,0000
06/03/2017 6:00	2,32	2,33	0,0137	0,0059	0,0000
06/03/2017 7:00	2,39	2,39	0,0025	0,0011	0,0000
06/03/2017 8:00	2,48	2,47	0,0069	0,0028	0,0000
06/03/2017 9:00	2,50	2,48	0,0159	0,0064	0,0000
06/03/2017 10:00	2,60	2,59	0,0099	0,0038	0,0000
06/03/2017 11:00	2,56	2,54	0,0223	0,0087	0,0000
06/03/2017 12:00	2,52	2,51	0,0146	0,0058	0,0000
06/03/2017 13:00	2,43	2,42	0,0099	0,0041	0,0000
06/03/2017 14:00	2,30	2,29	0,0092	0,0040	0,0000
06/03/2017 15:00	2,21	2,21	0,0027	0,0012	0,0000
06/03/2017 16:00	2,10	2,11	0,0113	0,0054	0,0000
06/03/2017 17:00	2,05	2,07	0,0156	0,0076	0,0000
06/03/2017 18:00	1,97	1,98	0,0067	0,0034	0,0000
06/03/2017 19:00	1,95	1,95	0,0021	0,0011	0,0000
06/03/2017 20:00	1,93	1,92	0,0071	0,0037	0,0000
06/03/2017 21:00	1,98	1,98	0,0018	0,0009	0,0000
06/03/2017 22:00	1,96	1,96	0,0029	0,0015	0,0000
06/03/2017 23:00	1,98	1,99	0,0059	0,0030	0,0000
07/03/2017 0:00	1,94	1,94	0,0012	0,0006	0,0000
07/03/2017 1:00	1,92	1,92	0,0044	0,0023	0,0000
07/03/2017 2:00	1,99	1,99	0,0030	0,0015	0,0000
07/03/2017 3:00	2,04	2,05	0,0063	0,0031	0,0000
07/03/2017 4:00	2,16	2,17	0,0112	0,0052	0,0000
07/03/2017 5:00	2,28	2,29	0,0076	0,0034	0,0000
07/03/2017 6:00	2,39	2,39	0,0007	0,0003	0,0000
07/03/2017 7:00	2,46	2,45	0,0067	0,0027	0,0000

07/03/2017 8:00	2,55	2,54	0,0069	0,0027	0,0000
07/03/2017 9:00	2,62	2,61	0,0115	0,0044	0,0000
07/03/2017 10:00	2,70	2,69	0,0110	0,0041	0,0000
07/03/2017 11:00	2,64	2,63	0,0149	0,0056	0,0000
07/03/2017 12:00	2,60	2,59	0,0092	0,0035	0,0000
07/03/2017 13:00	2,54	2,53	0,0124	0,0049	0,0000
07/03/2017 14:00	2,45	2,44	0,0106	0,0043	0,0000
07/03/2017 15:00	2,35	2,35	0,0031	0,0013	0,0000
07/03/2017 16:00	2,23	2,23	0,0026	0,0012	0,0000
07/03/2017 17:00	2,14	2,15	0,0093	0,0043	0,0000
07/03/2017 18:00	2,05	2,06	0,0099	0,0048	0,0000
07/03/2017 19:00	2,00	2,01	0,0075	0,0038	0,0000
07/03/2017 20:00	1,98	1,98	0,0011	0,0005	0,0000
07/03/2017 21:00	2,04	2,04	0,0019	0,0009	0,0000
07/03/2017 22:00	2,00	1,99	0,0056	0,0028	0,0000
07/03/2017 23:00	1,99	1,98	0,0073	0,0037	0,0000
08/03/2017 0:00	1,98	1,98	0,0008	0,0004	0,0000
08/03/2017 1:00	1,94	1,94	0,0033	0,0017	0,0000
08/03/2017 2:00	2,03	2,04	0,0144	0,0071	0,0000
08/03/2017 3:00	2,07	2,08	0,0105	0,0051	0,0000
08/03/2017 4:00	2,13	2,13	0,0000	0,0000	0,0000
08/03/2017 5:00	2,24	2,24	0,0045	0,0020	0,0000
08/03/2017 6:00	2,33	2,32	0,0096	0,0041	0,0000
08/03/2017 7:00	2,41	2,40	0,0087	0,0036	0,0000
08/03/2017 8:00	2,53	2,53	0,0023	0,0009	0,0000
08/03/2017 9:00	2,58	2,58	0,0041	0,0016	0,0000
08/03/2017 10:00	2,67	2,67	0,0016	0,0006	0,0000
08/03/2017 11:00	2,67	2,67	0,0015	0,0006	0,0000
08/03/2017 12:00	2,56	2,56	0,0028	0,0011	0,0000
08/03/2017 13:00	2,48	2,48	0,0011	0,0005	0,0000
08/03/2017 14:00	2,39	2,38	0,0076	0,0032	0,0000
08/03/2017 15:00	2,28	2,27	0,0077	0,0034	0,0000
08/03/2017 16:00	2,18	2,18	0,0039	0,0018	0,0000
08/03/2017 17:00	2,10	2,11	0,0052	0,0025	0,0000
08/03/2017 18:00	2,03	2,04	0,0100	0,0049	0,0000
08/03/2017 19:00	2,00	2,01	0,0121	0,0061	0,0000
08/03/2017 20:00	1,99	2,00	0,0054	0,0027	0,0000
08/03/2017 21:00	1,98	1,98	0,0041	0,0021	0,0000
08/03/2017 22:00	1,97	1,96	0,0087	0,0044	0,0000
08/03/2017 23:00	1,95	1,94	0,0068	0,0035	0,0000
09/03/2017 0:00	1,94	1,94	0,0033	0,0017	0,0000
09/03/2017 1:00	1,95	1,96	0,0104	0,0053	0,0000
09/03/2017 2:00	1,97	1,98	0,0090	0,0046	0,0000

09/03/2017 3:00	2,00	2,00	0,0009	0,0004	0,0000
09/03/2017 4:00	2,12	2,12	0,0002	0,0001	0,0000
09/03/2017 5:00	2,23	2,23	0,0001	0,0001	0,0000
09/03/2017 6:00	2,32	2,32	0,0040	0,0017	0,0000
09/03/2017 7:00	2,40	2,40	0,0039	0,0016	0,0000
09/03/2017 8:00	2,54	2,54	0,0018	0,0007	0,0000
09/03/2017 9:00	2,59	2,59	0,0029	0,0011	0,0000
09/03/2017 10:00	2,64	2,64	0,0004	0,0001	0,0000
09/03/2017 11:00	2,69	2,69	0,0002	0,0001	0,0000
09/03/2017 12:00	2,64	2,63	0,0069	0,0026	0,0000
09/03/2017 13:00	2,58	2,57	0,0051	0,0020	0,0000
09/03/2017 14:00	2,50	2,49	0,0090	0,0036	0,0000
09/03/2017 15:00	2,44	2,43	0,0091	0,0037	0,0000
09/03/2017 16:00	2,33	2,32	0,0099	0,0042	0,0000
09/03/2017 17:00	2,25	2,25	0,0021	0,0009	0,0000
09/03/2017 18:00	2,19	2,20	0,0076	0,0035	0,0000
09/03/2017 19:00	2,09	2,10	0,0088	0,0042	0,0000
09/03/2017 20:00	2,01	2,02	0,0055	0,0027	0,0000
09/03/2017 21:00	1,99	1,99	0,0041	0,0020	0,0000
09/03/2017 22:00	1,98	1,98	0,0008	0,0004	0,0000
09/03/2017 23:00	1,97	1,97	0,0035	0,0018	0,0000
10/03/2017 0:00	1,95	1,95	0,0043	0,0022	0,0000
10/03/2017 1:00	1,93	1,93	0,0004	0,0002	0,0000
10/03/2017 2:00	1,95	1,96	0,0082	0,0042	0,0000
10/03/2017 3:00	1,98	1,99	0,0088	0,0044	0,0000
10/03/2017 4:00	2,10	2,11	0,0114	0,0054	0,0000
10/03/2017 5:00	2,20	2,21	0,0052	0,0023	0,0000
10/03/2017 6:00	2,29	2,28	0,0071	0,0031	0,0000
10/03/2017 7:00	2,34	2,33	0,0136	0,0058	0,0000
10/03/2017 8:00	2,41	2,40	0,0133	0,0055	0,0000
10/03/2017 9:00	2,52	2,51	0,0074	0,0029	0,0000
10/03/2017 10:00	2,57	2,56	0,0077	0,0030	0,0000
10/03/2017 11:00	2,36	2,34	0,0166	0,0070	0,0000
10/03/2017 12:00	2,50	2,52	0,0150	0,0060	0,0000
10/03/2017 13:00	2,42	2,42	0,0016	0,0007	0,0000
10/03/2017 14:00	2,39	2,40	0,0064	0,0027	0,0000
10/03/2017 15:00	2,29	2,29	0,0015	0,0007	0,0000
10/03/2017 16:00	2,24	2,25	0,0075	0,0033	0,0000
10/03/2017 17:00	2,19	2,19	0,0008	0,0004	0,0000
10/03/2017 18:00	2,09	2,08	0,0082	0,0039	0,0000
10/03/2017 19:00	2,04	2,03	0,0058	0,0028	0,0000
10/03/2017 20:00	1,98	1,98	0,0015	0,0008	0,0000
10/03/2017 21:00	1,96	1,97	0,0102	0,0052	0,0000

10/03/2017 22:00	1,94	1,95	0,0085	0,0044	0,0000
10/03/2017 23:00	1,93	1,93	0,0011	0,0005	0,0000
11/03/2017 0:00	1,92	1,91	0,0051	0,0027	0,0000
11/03/2017 1:00	1,90	1,89	0,0087	0,0046	0,0000
11/03/2017 2:00	1,91	1,91	0,0014	0,0007	0,0000
11/03/2017 3:00	1,93	1,94	0,0090	0,0047	0,0000
11/03/2017 4:00	1,97	1,98	0,0098	0,0050	0,0000
11/03/2017 5:00	2,00	2,00	0,0033	0,0016	0,0000
11/03/2017 6:00	2,15	2,15	0,0027	0,0012	0,0000
11/03/2017 7:00	2,24	2,24	0,0024	0,0011	0,0000
11/03/2017 8:00	2,30	2,29	0,0082	0,0036	0,0000
11/03/2017 9:00	2,43	2,43	0,0028	0,0011	0,0000
11/03/2017 10:00	2,52	2,52	0,0037	0,0015	0,0000
11/03/2017 11:00	2,55	2,55	0,0047	0,0018	0,0000
11/03/2017 12:00	2,60	2,60	0,0010	0,0004	0,0000
11/03/2017 13:00	2,56	2,56	0,0041	0,0016	0,0000
11/03/2017 14:00	2,51	2,50	0,0050	0,0020	0,0000
11/03/2017 15:00	2,44	2,43	0,0067	0,0027	0,0000
11/03/2017 16:00	2,40	2,40	0,0025	0,0011	0,0000
11/03/2017 17:00	2,38	2,38	0,0002	0,0001	0,0000
11/03/2017 18:00	2,27	2,27	0,0037	0,0016	0,0000
11/03/2017 19:00	2,18	2,18	0,0004	0,0002	0,0000
11/03/2017 20:00	2,14	2,15	0,0076	0,0036	0,0000
11/03/2017 21:00	2,13	2,14	0,0085	0,0040	0,0000
11/03/2017 22:00	2,09	2,10	0,0058	0,0028	0,0000
11/03/2017 23:00	2,03	2,02	0,0052	0,0026	0,0000
12/03/2017 0:00	2,00	1,99	0,0091	0,0046	0,0000
12/03/2017 1:00	1,98	1,98	0,0024	0,0012	0,0000
12/03/2017 2:00	2,07	2,08	0,0127	0,0061	0,0000
12/03/2017 3:00	2,11	2,12	0,0141	0,0067	0,0000
12/03/2017 4:00	2,15	2,16	0,0058	0,0027	0,0000
12/03/2017 5:00	2,18	2,17	0,0065	0,0030	0,0000
12/03/2017 6:00	2,29	2,28	0,0080	0,0035	0,0000
12/03/2017 7:00	2,39	2,38	0,0051	0,0022	0,0000
12/03/2017 8:00	2,47	2,47	0,0045	0,0018	0,0000
12/03/2017 9:00	2,52	2,52	0,0045	0,0018	0,0000
12/03/2017 10:00	2,54	2,54	0,0023	0,0009	0,0000
12/03/2017 11:00	2,56	2,56	0,0001	0,0000	0,0000
12/03/2017 12:00	2,50	2,50	0,0047	0,0019	0,0000
12/03/2017 13:00	2,47	2,47	0,0015	0,0006	0,0000
12/03/2017 14:00	2,45	2,45	0,0014	0,0006	0,0000
12/03/2017 15:00	2,40	2,40	0,0019	0,0008	0,0000
12/03/2017 16:00	2,37	2,37	0,0002	0,0001	0,0000

12/03/2017 17:00	2,36	2,36	0,0044	0,0019	0,0000
12/03/2017 18:00	2,25	2,25	0,0025	0,0011	0,0000
12/03/2017 19:00	2,26	2,26	0,0042	0,0019	0,0000
12/03/2017 20:00	2,15	2,15	0,0026	0,0012	0,0000
12/03/2017 21:00	2,11	2,11	0,0043	0,0021	0,0000
12/03/2017 22:00	2,07	2,07	0,0030	0,0015	0,0000
12/03/2017 23:00	2,04	2,04	0,0023	0,0011	0,0000
13/03/2017 0:00	1,98	1,98	0,0017	0,0009	0,0000
13/03/2017 1:00	1,96	1,96	0,0010	0,0005	0,0000
13/03/2017 2:00	2,04	2,05	0,0077	0,0038	0,0000
13/03/2017 3:00	2,08	2,09	0,0083	0,0040	0,0000
13/03/2017 4:00	2,15	2,15	0,0013	0,0006	0,0000
13/03/2017 5:00	2,24	2,24	0,0018	0,0008	0,0000
13/03/2017 6:00	2,32	2,31	0,0058	0,0025	0,0000
13/03/2017 7:00	2,39	2,39	0,0045	0,0019	0,0000
13/03/2017 8:00	2,47	2,47	0,0043	0,0017	0,0000
13/03/2017 9:00	2,55	2,55	0,0024	0,0010	0,0000
13/03/2017 10:00	2,57	2,57	0,0034	0,0013	0,0000
13/03/2017 11:00	2,52	2,52	0,0046	0,0018	0,0000
13/03/2017 12:00	2,48	2,48	0,0032	0,0013	0,0000
13/03/2017 13:00	2,48	2,48	0,0025	0,0010	0,0000
13/03/2017 14:00	2,45	2,45	0,0037	0,0015	0,0000
13/03/2017 15:00	2,41	2,41	0,0003	0,0001	0,0000
13/03/2017 16:00	2,38	2,38	0,0033	0,0014	0,0000
13/03/2017 17:00	2,28	2,28	0,0011	0,0005	0,0000
13/03/2017 18:00	2,26	2,26	0,0023	0,0010	0,0000
13/03/2017 19:00	2,24	2,25	0,0051	0,0023	0,0000
13/03/2017 20:00	2,22	2,22	0,0029	0,0013	0,0000
13/03/2017 21:00	2,18	2,18	0,0003	0,0001	0,0000
13/03/2017 22:00	2,14	2,14	0,0042	0,0020	0,0000
13/03/2017 23:00	2,15	2,15	0,0006	0,0003	0,0000
14/03/2017 0:00	2,08	2,08	0,0038	0,0018	0,0000
14/03/2017 1:00	2,08	2,08	0,0010	0,0005	0,0000
14/03/2017 2:00	2,07	2,08	0,0056	0,0027	0,0000
14/03/2017 3:00	2,10	2,11	0,0072	0,0034	0,0000
14/03/2017 4:00	2,15	2,16	0,0079	0,0037	0,0000
14/03/2017 5:00	2,25	2,26	0,0053	0,0024	0,0000
14/03/2017 6:00	2,34	2,34	0,0007	0,0003	0,0000
14/03/2017 7:00	2,42	2,42	0,0033	0,0014	0,0000
14/03/2017 8:00	2,48	2,47	0,0067	0,0027	0,0000
14/03/2017 9:00	2,54	2,53	0,0080	0,0032	0,0000
14/03/2017 10:00	2,50	2,49	0,0143	0,0057	0,0000
14/03/2017 11:00	2,46	2,45	0,0105	0,0043	0,0000

14/03/2017 12:00	2,42	2,41	0,0086	0,0035	0,0000
14/03/2017 13:00	2,38	2,38	0,0040	0,0017	0,0000
14/03/2017 14:00	2,38	2,38	0,0044	0,0019	0,0000
14/03/2017 15:00	2,36	2,37	0,0108	0,0046	0,0000
14/03/2017 16:00	2,30	2,31	0,0093	0,0041	0,0000
14/03/2017 17:00	2,27	2,28	0,0074	0,0032	0,0000
14/03/2017 18:00	2,24	2,24	0,0017	0,0008	0,0000
14/03/2017 19:00	2,20	2,19	0,0065	0,0030	0,0000
14/03/2017 20:00	2,18	2,17	0,0083	0,0038	0,0000
14/03/2017 21:00	2,14	2,13	0,0072	0,0033	0,0000
14/03/2017 22:00	2,11	2,11	0,0009	0,0004	0,0000
14/03/2017 23:00	2,00	2,06	0,0595	0,0297	0,0001
15/03/2017 0:00	2,09	2,01	0,0848	0,0406	0,0001
15/03/2017 1:00	2,08	2,10	0,0246	0,0118	0,0000
15/03/2017 2:00	2,07	2,09	0,0156	0,0075	0,0000
15/03/2017 3:00	2,10	2,06	0,0386	0,0184	0,0001
15/03/2017 4:00	2,11	2,09	0,0208	0,0099	0,0000
15/03/2017 5:00	2,30	2,10	0,1980	0,0861	0,0002
15/03/2017 6:00	2,40	2,31	0,0858	0,0358	0,0001
15/03/2017 7:00	2,49	2,42	0,0723	0,0290	0,0001
15/03/2017 8:00	2,52	2,50	0,0179	0,0071	0,0000
15/03/2017 9:00	2,55	2,53	0,0239	0,0094	0,0000
15/03/2017 10:00	2,57	2,55	0,0157	0,0061	0,0000
15/03/2017 11:00	2,63	2,56	0,0704	0,0268	0,0001
15/03/2017 12:00	2,55	2,62	0,0671	0,0263	0,0001
15/03/2017 13:00	2,44	2,53	0,0891	0,0365	0,0001
15/03/2017 14:00	2,36	2,42	0,0582	0,0247	0,0001
15/03/2017 15:00	2,28	2,34	0,0634	0,0278	0,0001
15/03/2017 16:00	2,25	2,27	0,0204	0,0091	0,0000
15/03/2017 17:00	2,23	2,26	0,0280	0,0125	0,0000
15/03/2017 18:00	2,22	2,25	0,0334	0,0150	0,0000
15/03/2017 19:00	2,23	2,24	0,0133	0,0060	0,0000
15/03/2017 20:00	2,24	2,24	0,0050	0,0022	0,0000
15/03/2017 21:00	2,22	2,24	0,0195	0,0088	0,0000
15/03/2017 22:00	2,21	2,20	0,0084	0,0038	0,0000
15/03/2017 23:00	2,20	2,19	0,0128	0,0058	0,0000
16/03/2017 0:00	2,19	2,18	0,0052	0,0024	0,0000
16/03/2017 1:00	2,17	2,19	0,0189	0,0087	0,0000
16/03/2017 2:00	2,16	2,18	0,0230	0,0106	0,0000
16/03/2017 3:00	2,20	2,18	0,0199	0,0091	0,0000
16/03/2017 4:00	2,28	2,22	0,0622	0,0273	0,0001
16/03/2017 5:00	2,39	2,29	0,1005	0,0420	0,0001
16/03/2017 6:00	2,49	2,39	0,0995	0,0399	0,0001

16/03/2017 7:00	2,56	2,48	0,0795	0,0311	0,0001
16/03/2017 8:00	2,57	2,54	0,0254	0,0099	0,0000
16/03/2017 9:00	2,58	2,55	0,0292	0,0113	0,0000
16/03/2017 10:00	2,56	2,56	0,0019	0,0007	0,0000
16/03/2017 11:00	2,53	2,54	0,0115	0,0046	0,0000
16/03/2017 12:00	2,49	2,52	0,0266	0,0107	0,0000
16/03/2017 13:00	2,44	2,48	0,0436	0,0179	0,0000
16/03/2017 14:00	2,33	2,44	0,1116	0,0479	0,0001
16/03/2017 15:00	2,24	2,34	0,0962	0,0429	0,0001
16/03/2017 16:00	2,17	2,25	0,0805	0,0371	0,0001
16/03/2017 17:00	2,15	2,18	0,0318	0,0148	0,0000
16/03/2017 18:00	2,12	2,16	0,0386	0,0182	0,0001
16/03/2017 19:00	2,10	2,12	0,0202	0,0096	0,0000
16/03/2017 20:00	2,09	2,09	0,0024	0,0011	0,0000
16/03/2017 21:00	2,07	2,08	0,0119	0,0058	0,0000
16/03/2017 22:00	2,06	2,07	0,0055	0,0027	0,0000
16/03/2017 23:00	2,04	2,06	0,0235	0,0115	0,0000
17/03/2017 0:00	2,00	2,05	0,0473	0,0236	0,0001
17/03/2017 1:00	2,20	2,00	0,1969	0,0895	0,0002
17/03/2017 2:00	2,35	2,22	0,1322	0,0562	0,0002
17/03/2017 3:00	2,44	2,37	0,0731	0,0300	0,0001
17/03/2017 4:00	2,48	2,44	0,0400	0,0161	0,0000
17/03/2017 5:00	2,53	2,47	0,0572	0,0226	0,0001
17/03/2017 6:00	2,61	2,52	0,0911	0,0349	0,0001
17/03/2017 7:00	2,65	2,59	0,0571	0,0215	0,0001
17/03/2017 8:00	2,72	2,63	0,0906	0,0333	0,0001
17/03/2017 9:00	2,80	2,71	0,0932	0,0333	0,0001
17/03/2017 10:00	2,69	2,79	0,0966	0,0359	0,0001
17/03/2017 11:00	2,67	2,67	0,0047	0,0017	0,0000
17/03/2017 12:00	2,60	2,67	0,0668	0,0257	0,0001
17/03/2017 13:00	2,50	2,59	0,0906	0,0362	0,0001
17/03/2017 14:00	2,40	2,49	0,0949	0,0395	0,0001
17/03/2017 15:00	2,30	2,41	0,1053	0,0458	0,0001
17/03/2017 16:00	2,19	2,31	0,1156	0,0528	0,0001
17/03/2017 17:00	2,05	2,20	0,1466	0,0715	0,0002
17/03/2017 18:00	2,04	2,05	0,0101	0,0050	0,0000
17/03/2017 19:00	2,03	2,04	0,0139	0,0068	0,0000
17/03/2017 20:00	2,02	2,04	0,0170	0,0084	0,0000
17/03/2017 21:00	2,02	2,02	0,0021	0,0010	0,0000
17/03/2017 22:00	1,99	2,02	0,0274	0,0137	0,0000
17/03/2017 23:00	1,98	1,98	0,0042	0,0021	0,0000
18/03/2017 0:00	1,97	1,98	0,0070	0,0036	0,0000
18/03/2017 1:00	2,03	1,97	0,0574	0,0283	0,0001

18/03/2017 2:00	2,10	2,04	0,0582	0,0277	0,0001
18/03/2017 3:00	2,20	2,11	0,0885	0,0402	0,0001
18/03/2017 4:00	2,27	2,21	0,0644	0,0284	0,0001
18/03/2017 5:00	2,38	2,27	0,1142	0,0480	0,0001
18/03/2017 6:00	2,50	2,37	0,1283	0,0513	0,0001
18/03/2017 7:00	2,61	2,49	0,1191	0,0456	0,0001
18/03/2017 8:00	2,65	2,60	0,0476	0,0180	0,0000
18/03/2017 9:00	2,72	2,64	0,0783	0,0288	0,0001
18/03/2017 10:00	2,78	2,72	0,0631	0,0227	0,0001
18/03/2017 11:00	2,70	2,78	0,0757	0,0280	0,0001
18/03/2017 12:00	2,63	2,69	0,0618	0,0235	0,0001
18/03/2017 13:00	2,52	2,63	0,1061	0,0421	0,0001
18/03/2017 14:00	2,42	2,51	0,0907	0,0375	0,0001
18/03/2017 15:00	2,32	2,41	0,0920	0,0397	0,0001
18/03/2017 16:00	2,22	2,32	0,0962	0,0433	0,0001
18/03/2017 17:00	2,10	2,22	0,1208	0,0575	0,0002
18/03/2017 18:00	2,06	2,11	0,0452	0,0219	0,0001
18/03/2017 19:00	2,03	2,07	0,0409	0,0202	0,0001
18/03/2017 20:00	2,02	2,04	0,0208	0,0103	0,0000
18/03/2017 21:00	2,00	2,02	0,0240	0,0120	0,0000
18/03/2017 22:00	1,99	1,99	0,0031	0,0016	0,0000
18/03/2017 23:00	1,96	1,98	0,0205	0,0104	0,0000
TOTAL			7,1284	3,0943	0,0086

KETERANGAN	
(A)	= DATA-DELFT
(B)	= (DATA-DELFT)/DATA
(C)	= ((DATA-DELFT)/DATA)/JUMLAH DATA
JUMLAH DATA	= 360
ERROR	
0,0086	0,86%

BIODATA PENULIS



Muhammad Adi Kurniawan, yang merupakan penulis, adalah anak kedua dari Bapak Muhlas dan Ibu Siti Musdalifah. Penulis lahir pada tanggal 10 Februari 1996 di Salatiga, Jawa Tengah. Penulis memulai menempuh pendidikan di TK Islam Sultan Fatah Salatiga (Tahun 2000-2002). Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 6 Salatiga (Tahun 2002-2008), SMP Negeri 1 Salatiga (Tahun 2008-2011), dan SMA Negeri 1 Salatiga (Tahun 2011-2014). Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan program studi sarjana (S-1) Teknik Kelautan. Selama menempuh pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, penulis aktif dalam berbagai organisasi dan kepanitiaan. Penulis mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Departemen Teknik Kelautan (HIMATEKLA) selama dua periode (2015/2016 dan 2016/2017). Selain itu, penulis juga mengikuti kepanitiaan seperti *Ocean Engineering Exhibition and Competition* (OCEANO) selama dua periode (2015/2016 dan 2016/2017). Guna memperluas pengetahuan, penulis juga pernah melakukan kerja praktik selama 2 bulan di PT. Pengembang Pelabuhan Indonesia (PPI) di tahun 2017 dengan proyek *New Priok Port of Kalibaru*. Ketertarikan penulis akan bidang teknik pantai mendasari pengerjaan Tugas Akhir penulis dengan judul “**Studi Persebaran Parameter Kualitas Air Sebelum dan Setelah Pengerukan di Area Jetty dan Canal Water Intake PLTU Banten 3 Lontar**”. Setelah menyelesaikan studi sarjana (S-1), penulis berharap agar penulis dapat mengembangkan ilmu dan keterampilan penulis di dunia kerja kelak.

Email : madikurniaww@gmail.com

No. Telepon : +62 81231566031